

# ÍNDICE MEMORIA

Índice memoria.....	1
Resum .....	3
Resumen.....	3
Abstract .....	3
Agradecimientos.....	4
Capítulo 1: Objeto .....	5
Capítulo 2: Emplazamiento .....	6
Capítulo 3: Descripción del edificio.....	8
Capítulo 4: Amplitud del estudio .....	11
Capítulo 5: Normativa .....	12
Capítulo 6: Auditoría energética .....	13
6.1.    Análisis del estado de las instalaciones consumidoras de energía.....	13
6.1.1.    Planos constructivos generales .....	14
6.1.2.    Inventario de los equipos consumidores y sus características.....	14
6.1.3.    Facturas eléctricas y demás suministros energéticos.....	18
6.1.4.    Información sobre horarios, comportamientos, hábitos de consumo y actitudes de los habitantes de la vivienda.....	23
6.2.    Realización de contabilidad energética.....	24
6.2.1.    Consumos energéticos globales y específicos (anuales y mensuales) por fuente de energía. Elaboración de un perfil temporal de consumo para cada fuente.....	24
6.2.2.    Costes asociados a cada consumo.....	29
6.2.3.    Realización del balance energético y de CO2 de los consumos anteriores.....	30
6.2.4.    Ineficiencias presentes en los consumos analizados.....	31
6.3.    Análisis de propuestas de mejora.....	32
6.3.1.    Consumo de Electricidad.....	33
6.3.1.1.    Luminarias .....	33
6.3.1.2.    Elementos domóticos .....	39

6.3.1.3. Electrodomésticos.....	40
6.3.1.4. La compañía eléctrica y la factura de la luz. Estudio de alternativas en el mercado .....	44
6.3.2. Consumo de Gas Natural .....	47
6.3.2.1. Cocción .....	47
6.3.2.2. ACS.....	47
6.3.2.3. La compañía de GN y la factura del gas. Estudio de alternativas en el mercado .....	48
6.4. Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales derivadas de los consumos actuales con el cambio de compañía a E.ON .....	49
6.5. Conclusiones.....	50
Capítulo 7: Anteproyecto de análisis de viabilidad de una Instalación Solar Fotovoltaica .....	53
7.1. Objetivo.....	53
7.2. Estudio de radiación solar .....	54
7.3. Estudio del mercado de módulos fotovoltaicos .....	56
7.4. Descripción del proyecto.....	57
7.4.1. Estudio de las sombras y colocación de los módulos FV .....	58
7.4.2. Disposición de los módulos FV en la cubierta .....	60
7.4.3. Datos estimados de producción eléctrica anual .....	61
7.5. Estudio de viabilidad económico .....	62
Capítulo 8: Conclusiones .....	67
Capítulo 9: Datos bibliográficos .....	69
9.1. Bibliografía de consulta .....	69

## **RESUM**

*Aquest projecte té com a objectiu la realització d'un anàlisi i estudi energètic d'una vivenda unifamiliar, la realització d'una auditoria energètica per minimitzar els consums d'electricitat i gas natural i posteriorment, analitzar la viabilitat econòmica de muntar una instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució.*

## **RESUMEN**

Este proyecto tiene como objetivo la realización de un análisis y estudio energético de una vivienda unifamiliar, la realización de una auditoría energética para minimizar los consumos de electricidad y gas natural y posteriormente, analizar la viabilidad económica de montar una instalación solar fotovoltaica conectada a la red de distribución.

## **ABSTRACT**

This project has as target carrying out an analysis and energetic research in a townhouse, carrying out an energy auditing schemes to reduce electricity and natural gas consumption and then, analyze the economic viability of install a solar photovoltaic installation grid connected.

# **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a toda la gente que me ha apoyado para llevar a buen puerto este proyecto, a mi familia, mis amigos y por supuesto, a mi tutora de proyecto.

Dedico este proyecto a toda la gente que siempre me ha apoyado y muy especialmente a Loli y a Belén, que siempre están ahí cuando más las necesito. Muchas gracias.

# **CAPÍTULO 1:**

## **OBJETO**

El objeto del presente proyecto es realizar el análisis y estudio energético de una vivienda unifamiliar y realización de una auditoría energética para minimizar los consumos, para posteriormente realizar el estudio de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica conectada a red para cubrir parte de la demanda.

Será, por tanto, objeto del presente proyecto la realización de una auditoría energética de los consumos eléctricos, de cocción y de agua caliente sanitaria (ACS), aplicación de las posibles mejoras y un anteproyecto de análisis de una instalación solar fotovoltaica en la vivienda unifamiliar y su estudio de viabilidad económica.

No es objeto del presente proyecto el estudio de los consumos de calefacción y aire acondicionado ni el proyecto de detalle de una instalación solar fotovoltaica, quedando pendiente para un futuro proyecto.

## CAPÍTULO 2: EMPLAZAMIENTO

La vivienda unifamiliar, objeto del presente proyecto, se ubica en:

**Avinguda de Sant Elm, n° 183**

**Sant Feliu de Guíxols**

**17220, Girona**

Coordenada UTM:

X: 502431,8421

Y: 4625080,2295

ED50 UTM 31N



El acceso a la vivienda se puede realizar en coche y a pie desde la Avinguda de Sant Elm y desde el Carrer de S'Adolix exclusivamente a pie.

En los planos adjuntos al proyecto se puede observar la orientación y accesos a la vivienda.

# **CAPÍTULO 3:**

## **DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

El edificio objeto de este estudio es una vivienda unifamiliar localizada en Sant Feliu de Guíxols en el emplazamiento descrito en el capítulo 2 de este proyecto.

La vivienda dispone de dos plantas situadas a dos niveles diferentes de calle tal y como se observa en el número de plano FV-00003, incluido en el volumen II de este proyecto.

La planta inferior a nivel del Carrer de S'Adolix consta de las siguientes estancias:



Estancia	Área de la estancia (m <sup>2</sup> )
Habitación 1	11,95
Habitación 2	9,59
Habitación 3	10,04
Habitación 4	12,41
Estudio	12,07
Trastero	11,89
Sala de estar	16,25
Baño 1	3,91
Baño 2	7,28
Baño 3	5,33
Distribuidor 1	14,67
Pasillo 1	5,14
Pasillo 2	13,88
Pasillo 3	7,01

Tabla 3.1. Distribución planta inferior

La distribución de las estancias puede observarse en el número de plano FV-00002 incluido en el volumen II de este proyecto y dispone de una superficie total de 141,42 m<sup>2</sup>.

La planta superior a nivel de la Avinguda de Sant Elm consta de las siguientes estancias o partes consideradas:

Estancia	Área de la estancia (m <sup>2</sup> )
Salón-comedor	51,94
Cocina	24,68
Baño 4	3,91
Pasillo 4	4,97
Distribuidor 2	21,23
Garaje	35,28
Porche entrada	9,99

Tabla 3.2. Distribución planta superior

La distribución de las estancias puede observarse en el número de plano FV-00002 incluido en el volumen II de este proyecto y dispone de una superficie total de 152 m<sup>2</sup>.

La parte exterior de la vivienda consta de 4 fachadas que han sido denominadas:

- Fachada A
- Fachada B
- Fachada C
- Fachada D

Dicha nomenclatura queda claramente definida en el número de plano FV-00003 incluido en el volumen II de este proyecto, quedando englobados en dichas fachadas el porche de la planta inferior con una superficie total de 70,63 m<sup>2</sup> y la terraza de la planta superior con una superficie total de 105,45 m<sup>2</sup>.

# **CAPÍTULO 4: AMPLITUD DEL ESTUDIO**

El presente estudio incluye los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva
- Cálculos justificativos
- Planos
- Estudio de viabilidad económico (Presupuesto)

# **CAPÍTULO 5: NORMATIVA**

Las normativas que aplican a este proyecto son:

- Directiva 2006/32/CE
- Norma UNE 216501:2009
- Directiva 2002/91/CE
- Directrices del IPCC para inventarios naciones de GEI, versión 2006
- CTE (2006). Documento básico.
- Resolución 20005 de 2010. Regulación de Tarifas TUR
- RD 661/2007
- RD 1578/2008
- RD 1565/2010

# **CAPÍTULO 6:**

## **AUDITORÍA ENERGÉTICA**

La auditoria energética se define en la Directiva 2006/32/CE como “el procedimiento sistemático para obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación industrial y/o de un servicio privado o público, determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía rentables y elaborar un informe al respecto”.

Adaptando la metodología normalizada para la realización de las auditorias energéticas (norma UNE 216501:2009) al caso que se estudia, si bien no es de obligado cumplimiento, consta de las siguientes fases principales:

- Análisis del estado de las instalaciones
- Realización de una contabilidad energética
- Análisis de propuestas de mejora.

### **6.1 Análisis del estado de las instalaciones consumidoras de energía**

La primera fase de la auditoria energética es el análisis del estado de las instalaciones consumidoras de energía actuales.

La importancia de esta fase radica en que en base a los datos que se obtengan se calcularán y estudiarán las posteriores. Así pues, deben ser lo más exactos y fiables posibles.

La información recopilada para este análisis incluye:

- Planos constructivos generales con localización de luminarias.
- Inventario de los equipos consumidores y sus características.

- Facturas eléctricas y demás suministros energéticos.
- Información sobre horarios, comportamientos, hábitos de consumo y actitudes de los habitantes de la vivienda.

### 6.1.1 Planos constructivos generales con localización de luminarias.

Los planos constructivos generales con localización de luminarias se encuentran adjuntos a este proyecto en el apartado de planos.

### 6.1.2 Inventario de los equipos consumidores y sus características.

Tras el análisis de todos los equipos existentes en la vivienda se establecen los siguientes subgrupos:

1. Electrodomésticos.
2. Luminarias.
3. Calentador de Gas Natural.
4. Cocina de Gas.

#### 1. Electrodomésticos.

Los electrodomésticos que hay instalados son de reciente instalación. A continuación se detallan las características de los equipos y modelos en dos tablas diferentes: consumos no continuos y consumos continuos. Dichos datos han sido obtenidos del manual de los equipos y de los datos de consumo disponibles en la página web del IDAE.

CONSUMOS NO CONTINUOS									
Aparato	Modelo	Clasif. Energ.	Ubicación en la casa	Nº de aparatos	Potencia en Stand-by (W)	Potencia mín(W)	Potencia máx(W)	Energía por ciclo (W/ciclo)	Nº de ciclos/día
Lavavajillas	NEFF S59T45X0 EU	A	Cocina	1	0	--	800,00	800	1,00
Lavadora	AEG-Electrolux LL1610	A	Cocina	1	0	--	600,00	1020	1,00
Secadora condensación	BLUESKY BSL 50002	A	Cocina	1	0	--	950,00	950	1,00
Horno eléctrico de convección forzada	Ariston FZ 65 C.1 IX	A	Cocina	1	0	--	790	--	--
Microondas	AEG MC-1762EW		Cocina	1	0	--	700	--	--
Tostadora			Cocina	1	0	--	600	--	--
Cafetera Eléctrica	Nespresso Krups Essenza XN 2001		Cocina	1	0	--	1260	--	--
Exprimidor de Naranjas	Braun Citromatic MPZ 22		Cocina	1	0	--	60	--	--
Batidora	Braun Minipimer Artiste MR 6550 MCAV Fresh		Cocina	1	0	--	600	--	--

Campana extractora (ventiladores)			Cocina	2	0	--	110	--	--
Campana extractora (Luminarias)			Cocina	2	0	--	40	--	--
Plancha	Braun ProStyle SI 17780		Trastero	1	0	2000	2400	--	--
Radio CD	Sony CFDS01H		Habitación 4	1	0	--	3,4	--	--
PC de sobremesa			Habitación 4	1	0	--	110	--	--
Pantalla PC sobremesa	Samsung Ecofit P2070		Habitación 4	1	0	--	20	--	--
Impresora Multifunción	HP F2480		Estudio	1	0	--	20	--	--
PC portátil	Samsung NP-RS60 Plus		Estudio	2	0	--	90,06	--	--
Router WIFI	Router ConectaBOX 4000P		Estudio	1	0	--	20	--	--
Calefactor eléctrico	Purline HEATY15 BI		Baño 1/Baño 2/Baño 3	3	0	1000	1500	--	--
Máquina eléctrica de afeitarse	---		Baño 2	1	0	--	60	--	--
Máquina de depilar	---		Baño 1/Baño 2	2	0	--	60	--	--
Secador	Rowenta Movelig CV4042F0		Baño 1/Baño 2/Baño 3	3	0	1600	1800	--	--
Aspirador	Ufesa AS 1915		Trastero	1	0	1400	1600	--	--
Cargador de teléfono móvil	Varios		Habitación 1 / Habitación 2 / Habitación 4	4	0	--	2,205	--	--
<b>TOTAL DE CONSUMOS NO CONTINUOS</b>						<b>0,00</b>	<b>6000,00</b>	<b>14195,67</b>	<b>2770,00</b>

Tabla 6.1. Consumos no continuos. Datos según web IDAE y manuales de los equipos.

CONSUMOS CONTINUOS							
Aparato	Modelo	Clasificación Energética	Ubicación en la casa	Nº de aparatos o servicios	Potencia en Stand by	Potencia máx(W)	Energía consumida a diario en operación (Wh)
Frigorífico	BALAY 3KFB7620	A+	Cocina	1	0,00	-	720,00
Congelador	Liebherr GTP 2226	A++	Cocina	1	0,00	-	430,08
Teléfono fijo con contestador	Telefónica DOMO 2		Salón-comedor	1	0,00	0	0,00
Teléfono fijo inalámbrico	Siemens Gigaset AL140 Eco Dect		Cocina / Habitación 1 / Habitación 2 / Sala de Estar	4	1,00	1	0,00
Radio despertador	Sony ICFC205S		Habitación 1/Habitación 2	2	0	1,5	36,00
Televisor LCD 19"	Samsung LE19B541 C4W		Cocina	1	2,5	25	25,00
Televisor LED 32"	Samsung UE32B6000VW		Sala de Estar	1	8,50	85	170,00
Televisor LCD 46"	Samsung LE46B651 T3W		Salón-Comedor	1	18,00	180	540,00
DVD con Home Cinema	Samsung HT-Z320		Salón-Comedor	1	50	1000	500,00
DVD	Elbe DVD-100		Sala de Estar	1	1,50	15	4,95
Consola Videojuegos	Sony Playstation PS3 120GB		Sala de Estar	1	8,00	73	73,00
Equipo de música con tocadiscos	Sony MHCEC69 + Tocadiscos		Sala de Estar	1	20,00	240	120,00
<b>TOTAL DE CONSUMOS CONTINUOS</b>					<b>57</b>	<b>1620,5</b>	<b>2619,03</b>

Tabla 6.2. Consumos continuos. Datos según web IDAE y manuales de los equipos.



## 2. Luminarias.

LUMINARIAS INSTALADAS						
	ZONA DE LA CASA	TIPO LUMINARIA INSTALADA	Nº BOMBILLAS INSTALADAS	POTENCIA DE CADA BOMBILLA (W)	POTENCIA REAL INSTALADA (W)	COMENTARIOS
1	Trastero	Incandescente convencional	2,00	40,00	80,00	
2	Habitación 1	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
3	Habitación 2	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
4	Habitación 3	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
5	Habitación 4	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
6	Estudio	Incandescente convencional	2,00	40,00	80,00	
7	Estudio (puntual mesa 1)	Incandescente convencional	1,00	60,00	60,00	
8	Estudio (puntual mesa 2)	Incandescente convencional	1,00	60,00	60,00	
9	Sala de estar	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
10	Baño 1	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
11	Baño 1 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
12	Baño 2	Incandescente convencional	1,00	60,00	60,00	
13	Baño 2 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
14	Baño 3	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
15	Baño 3 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
16	Baño 4	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
17	Baño 4 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
18	Cocina	Fluorescente T5	3,00	36,00	108,00	
19	Salón-Comedor	Incandescente convencional	6,00	60,00	360,00	
20	Salón-Comedor (zona lectura)	Incandescente convencional	1,00	60,00	60,00	
21	Garaje	Incandescente convencional	3,00	100,00	300,00	
22	Pasillo 1	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
23	Pasillo 2	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
24	Pasillo 3	Incandescente convencional	1,00	60,00	60,00	
25	Pasillo 4	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
26	Distribuidor 1	Incandescente convencional	2,00	60,00	120,00	
27	Distribuidor 2	Incandescente convencional	3,00	60,00	180,00	

28	Porche de Entrada	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
29	Fachada D	Incandescente convencional	1,00	40,00	40,00	
30	Fachada C	Incandescente convencional	5,00	40 y 60	300,00	2 bombillas 60 W y 3 bombillas 40 W
31	Fachada B	Incandescente convencional	11,00	40, 60 y 100	760,00	3 de 100 W, 7 de 60 W y 1 de 40 W
32	Fachada A	Incandescente convencional	8,00	40 y 60	340,00	5 de 40 W y 3 de 60 W
<b>TOTALES</b>			<b>73,00</b>		<b>4088,00</b>	

Tabla 6.3. Potencia y tipo de luminarias instaladas.

### 3. Calentador de Gas Natural.

El calentador instalado en la vivienda es de la marca Beretta, modelo IDRABAÑO 14 AE N apto para trabajar con GN. Dicho calentador tiene una potencia nominal de 28,5 kW (24,51 kcal/h) y una útil de 24,5 kW (21,07 kcal/h) con un rango de caudal en posición de máximo de entre 7 y 14 l/min.

### 4. Cocina de Gas.

La encimera instalada funciona con GN. Es de la marca Fagor, modelo SFI-4G LSX de 4 focos y con una potencia total de gas de 7,75 kW.

#### 6.1.3 Facturas eléctricas y demás suministros energéticos.

Se han analizado las facturas desde Enero de 2010 con el fin de determinar los costes asociados a cada suministro de energía. Si bien, lo ideal es establecer un histórico de los últimos 3 años ha sido imposible por no disponer de las mismas. Así pues se establecen los siguientes costes energéticos:

##### 1. Factura eléctrica.

La compañía suministradora con quien se tiene contratado el suministro es Endesa.

La tarifa contratada es la Tarifa de Último Recurso (TUR) sin discriminación horaria de hasta 10 kW contratados. La potencia contratada es de 10 kW cuya facturación es mensual y los costes fijos asociados a esta tarifa son:

- Término de potencia: 1,719427416 €/kWmes
- Término de energía: 0,117759 €/kWh hasta Octubre de 2010.
- Término de energía: 0,125159 €/kWh desde Octubre hasta Diciembre de 2010
- Otros conceptos:
  - o Conservación aparato; varía en función de la compañía de suministro y se obtiene en el caso de Endesa de la siguiente fórmula:

$$\text{Conserv\_aparato} = n^\circ\_días * 0,008877$$

- o Impuesto de la electricidad. Se obtiene de aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Impuesto\_electricidad} = \text{Precio\_Total\_Energía} * 1,05113 * 4,864\%$$

Así pues, los costes anuales en electricidad son:

<b>Potencia contratada (kW)</b>		10,00
<b>Coste kW de término de potencia (€/kWmes)</b>		1,7194
<b>Coste kWh (€/kWh)</b>	Desde Enero hasta Septiembre 2010 (ambos inclusive)	0,117759
	Desde Octubre hasta Diciembre 2010 (ambos inclusive)	0,125159
<b>Impuesto de la electricidad</b>		0,0513
<b>Mantenimiento contador por día</b>		0,0089
<b>IVA</b>	Desde Enero hasta Junio 2010 (ambos inclusive)	16%
	Desde Julio hasta Diciembre de 2010 (ambos inclusive)	18%

Tabla 6.4. Costes electricidad, potencia contratada, impuesto de la electricidad y conservación del contador a aplicar en la factura. Datos según la factura de la empresa suministradora.

Consumos Eléctricos Mensuales								
Mes	Total días Mes	Total consumo mensual (kWh/mes)	Mantenimiento contador mensual	Total consumo mensual (€/kWh)	Total Término de Potencia (€/kW)	Impuesto de la electricidad (€)	Coste Total S/IVA (€)	Coste total (€)
Enero	31,00	648,81	0,28	76,40	17,19	4,80	98,68	114,46
Febrero	28,00	590,06	0,25	69,48	17,19	4,45	91,38	106,00
Marzo	31,00	639,00	0,28	75,25	17,19	4,74	97,46	113,06
Abril	30,00	477,80	0,27	56,27	17,19	3,77	77,50	89,90
Mayo	31,00	521,78	0,28	61,44	17,19	4,04	82,95	96,22
Junio	30,00	507,69	0,27	59,79	17,19	3,95	81,20	94,19
Julio	31,00	513,30	0,28	60,45	17,19	3,98	81,90	96,64
Agosto	31,00	258,27	0,28	30,41	17,19	2,44	50,33	59,38
Septiembre	30,00	311,27	0,27	36,65	17,19	2,76	56,88	67,12
Octubre	31,00	633,99	0,28	79,35	17,19	4,95	101,77	120,09
Noviembre	30,00	624,71	0,27	78,19	17,19	4,90	100,54	118,64
Diciembre	31,00	689,95	0,28	86,35	17,19	5,31	109,14	128,78
<b>TOTAL</b>	<b>365,00</b>	<b>6416,62</b>	<b>3,24</b>	<b>770,03</b>	<b>206,33</b>	<b>50,11</b>	<b>1029,71</b>	<b>1204,48</b>

Tabla 6.5. Facturas consumo eléctrico.

Tal y cómo se puede observar el coste total del consumo anual es de 1204,48 €. En la siguiente gráfica se podrán ver representados los costes de la factura de la luz por mes.

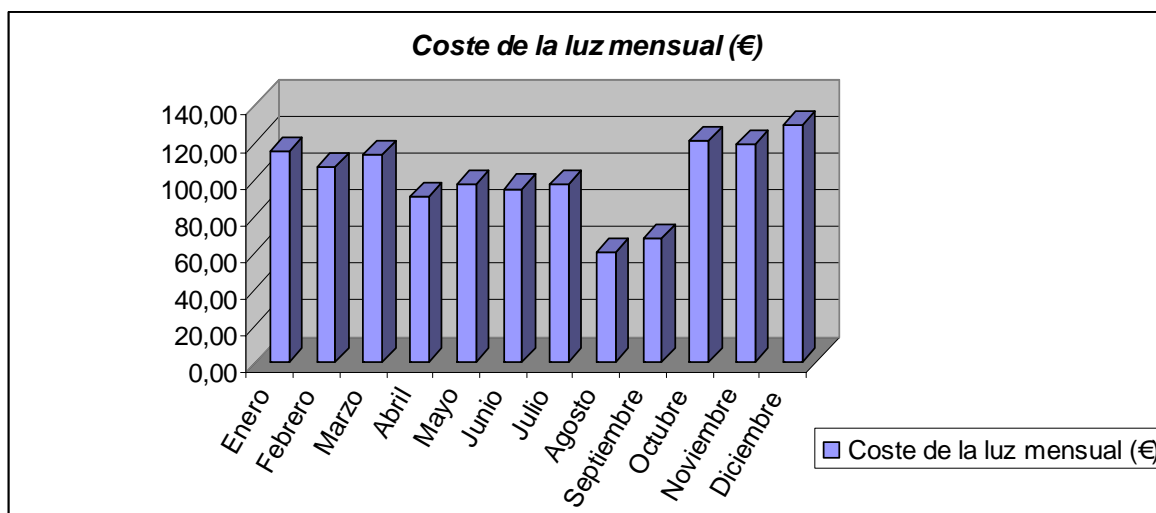


Figura 6.1. Coste de la luz mensual.

## 2. Factura del suministro de Gas.

La compañía suministradora con quién se tiene contratado el suministro es Gas Natural.

La tarifa que se tiene contratada es la Tarifa de Último Recurso modalidad TUR.2 ya que se tiene un consumo superior a 5000 kWh/año e inferior a 50.000 kWh/año. La facturación es mensual. Los costes asociados a esta tarifa son:

- Término fijo (1 mes): 7,84 €
- Término de energía: 0,03725163 €/kWh
- Alquiler del contador: 2,34 €
- Canon de la finca: 22 €/año

Así pues, los costes anuales en Gas Natural son:

Término Fijo (€/mes)		7,84
Alquiler contador de 6m3/h (€/mes)		1,1500
Coste kWh (€/kWh)		0,0373
Canon de la finca (€/año)		22,0000
Equivalencia de la Compañía suministradora de 1m3 a kWh		11,8690
IVA	Desde Enero hasta Junio 2010 (ambos inclusive)	16%
	Desde Julio hasta Diciembre de 2010 (ambos inclusive)	18%

Tabla 6.6. Término Fijo, coste de la energía y demás costes y factores asociados a la factura de Gas Natural.

Consumos Gas Natural Mensuales									
Mes	Total días Mes	Total consumo mensual (m3/mes)	Total consumo mensual (kWh/mes)	Total Término de Fijo (€/mes)	Total Término Variable (€/mes)	Alquiler contador (€/mes)	Canon de la finca (€)	Coste Total S/IVA (€)	Coste total (€)
Enero	31,00	29,00	344,25	7,84	12,82	1,15	0,00	21,81	25,30
Febrero	28,00	25,00	296,68	7,84	11,05	1,15	0,00	20,04	23,25
Marzo	31,00	27,00	320,46	7,84	11,94	1,15	22,00	42,93	49,80
Abril	30,00	25,00	296,74	7,84	11,05	1,15	0,00	20,04	23,25
Mayo	31,00	25,00	296,67	7,84	11,05	1,15	0,00	20,04	23,25
Junio	30,00	24,00	284,86	7,84	10,61	1,15	0,00	19,60	22,74
Julio	31,00	24,55	291,33	7,84	10,85	1,15	0,00	19,84	23,41
Agosto	31,00	14,00	166,22	7,84	6,19	1,15	0,00	15,18	17,91
Septiembre	30,00	19,00	225,56	7,84	8,40	1,15	0,00	17,39	20,52
Octubre	31,00	26,00	308,59	7,84	11,50	1,15	0,00	20,49	24,17
Noviembre	30,00	26,00	308,61	7,84	11,50	1,15	0,00	20,49	24,17
Diciembre	31,00	28,00	332,38	7,84	12,38	1,15	0,00	21,37	25,22
TOTAL	365,00	292,55	3472,35	94,08	129,35	13,80	22,00	259,23	303,00

Tabla 6.7. Facturas consumo de Gas Natural.

Tal y cómo se puede observar el coste total del consumo anual es de 303,00 €. En la siguiente gráfica se podrán ver representados los costes de la factura del gas por mes.

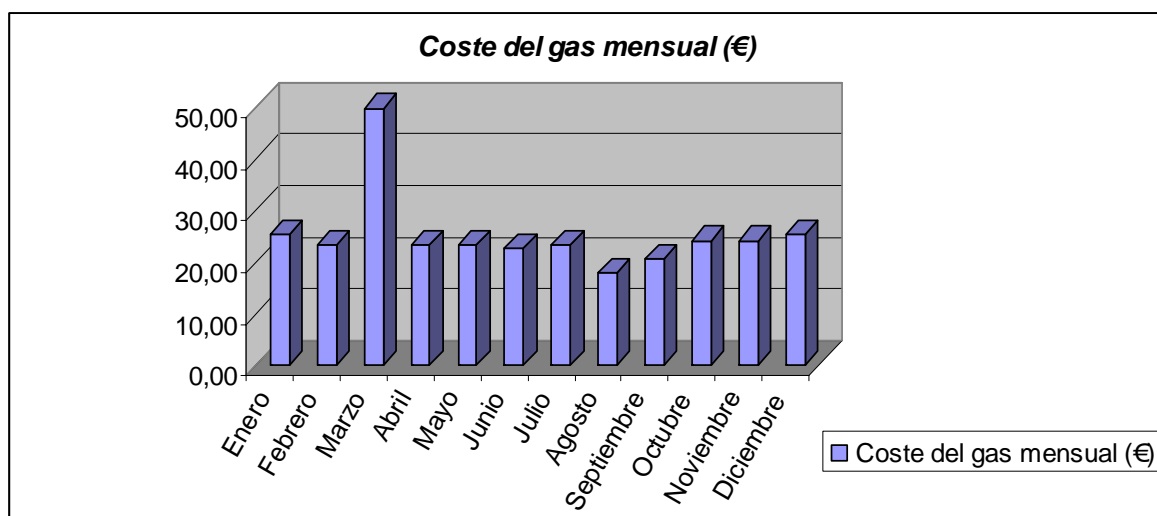


Figura 6.2. Coste del gas mensual (€)

#### 6.1.4 Información sobre horarios, comportamientos, hábitos de consumo y actitudes de los habitantes de la vivienda.

##### 1. Información sobre los horarios.

Tras la reunión con los habitantes de la vivienda y los datos aportados se observa al analizar los mismos que a lo largo del año se mantiene una ocupación de la vivienda bastante uniforme salvo en 2 meses, agosto y septiembre por períodos vacacionales tal y cómo se puede observar en la figura 6.1.

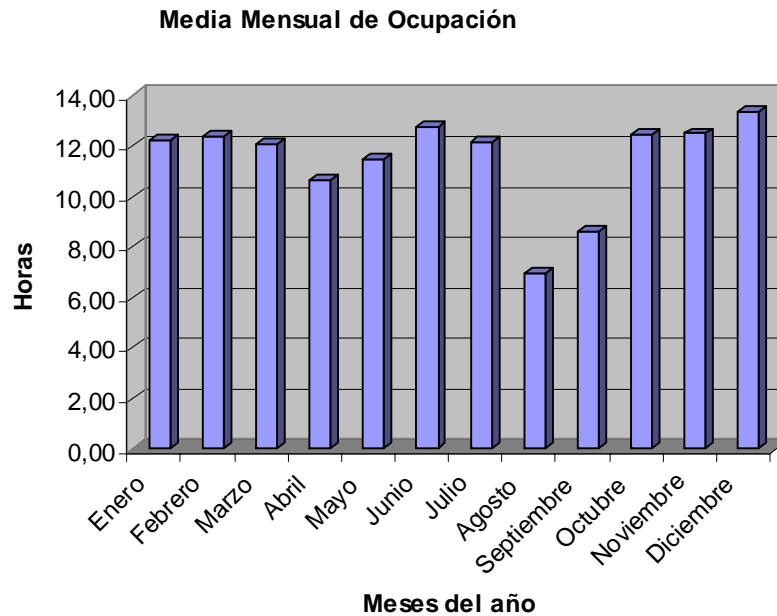


Figura 6.3. Gráfico de media mensual de ocupación.

Según las conversaciones mantenidas, esta tendencia es habitual y todos los años se repiten los períodos vacacionales en los mismos meses. Si bien pueden variar los días, esto no afecta a la hora de establecer la media mensual de ocupación detallada en la tabla 6.8:

Media Mensual de Ocupación			
Mes	Días mes	Media mensual Horas (h)	% ocupación diaria mensual
Enero	31	12,23	50,94
Febrero	28	12,36	51,49
Marzo	31	12,06	50,27
Abril	30	10,63	44,31
Mayo	31	11,48	47,85
Junio	30	12,73	53,06
Julio	31	12,13	50,54
Agosto	31	6,94	28,90
Septiembre	30	8,63	35,97
Octubre	31	12,45	51,88
Noviembre	30	12,50	52,08
Diciembre	31	13,39	55,78
	<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>11,46</b>	<b>47,76</b>

Tabla 6.8. Media Mensual de Ocupación detallada.

## 6.2 Realización de la contabilidad energética

Una vez realizado el análisis del estado de las instalaciones consumidoras de energía realizamos la contabilidad energética tras recopilar toda la información de consumos, hábitos de consumo y utilización de las instalaciones por parte de los habitantes de la casa y tras la contrastación de los datos empíricamente mediante visita de la casa y observación y comprobación de la información aportada.

### 6.2.1 *Consumos energéticos globales y específicos (anuales y mensuales) por fuente de energía. Elaboración de un perfil temporal de consumo para cada fuente.*

Los consumos energéticos de la casa son de dos tipos:

- a) Consumo eléctrico. Afecta a las luminarias y a los equipos eléctricos. El consumo eléctrico de la casa se detalla en la siguiente tabla:



Consumo Total Anual Inicial de electricidad (kWh/día)						
Mes	Días mes	Consumo diario Luminarias (kWh/día)	Consumo diario electrodomésticos (kWh/día)	Consumo mensual luminarias (kWh/mes)	Consumo mensual electrodomésticos (kWh/mes)	Consumo mensual TOTAL (kWh/mes)
Enero	31,00	7,00	13,93	217,01	431,79	648,81
Febrero	28,00	7,00	14,08	195,91	394,15	590,06
Marzo	31,00	6,88	13,74	213,21	425,79	639,00
Abril	30,00	3,82	12,11	114,60	363,20	477,80
Mayo	31,00	3,76	13,07	116,46	405,32	521,78
Junio	30,00	2,42	14,50	72,74	434,95	507,69
Julio	31,00	2,74	13,81	85,04	428,26	513,30
Agosto	31,00	0,43	7,90	13,24	245,03	258,27
Septiembre	30,00	0,55	9,83	16,40	294,86	311,27
Octubre	31,00	6,27	14,18	194,43	439,56	633,99
Noviembre	30,00	6,59	14,24	197,62	427,09	624,71
Diciembre	31,00	7,01	15,25	217,20	472,75	689,95
<b>TOTAL</b>	<b>365,00</b>	<b>54,46</b>	<b>156,63</b>	<b>1653,86</b>	<b>4762,76</b>	<b>6416,62</b>

Tabla 6.9. Consumo Total Anual Inicial.

En la siguiente gráfica se podrán ver representados los consumos totales anuales iniciales por mes.

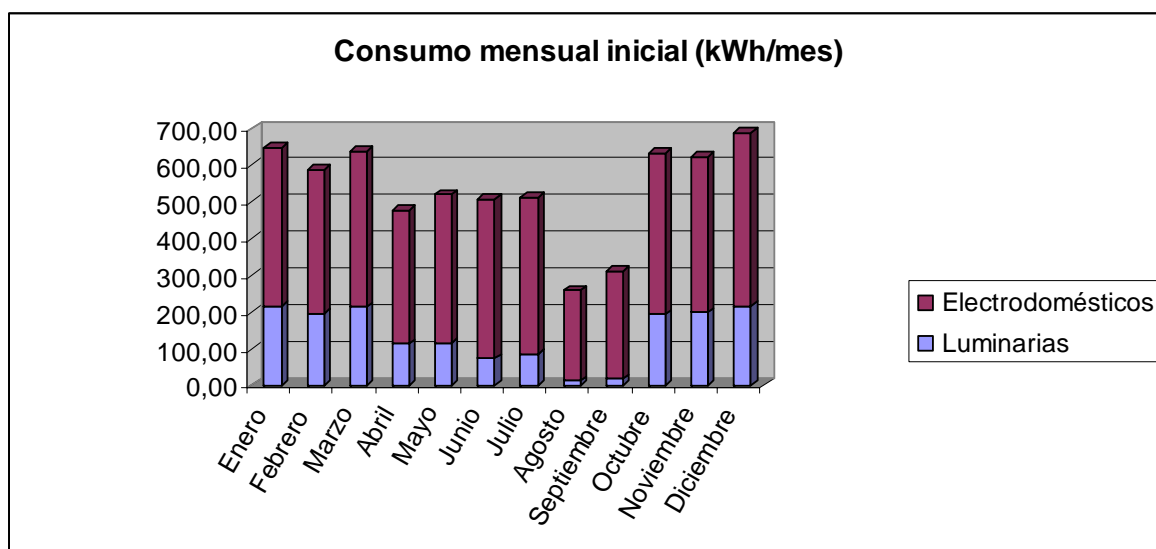


Figura 6.4. Gráfico de consumos totales anuales iniciales por mes.

Analizando los consumos obtenidos, se observa que los mayores consumos se ejercen en los meses de diciembre y enero estando entre los 650-690 kWh/mes. Igualmente, se observa que los meses correspondientes a la estación de primavera y sobre todo en verano, los consumos sufren una bajada importante tal y como se observa en el siguiente gráfico:

### Perfil Temporal de consumo eléctrico

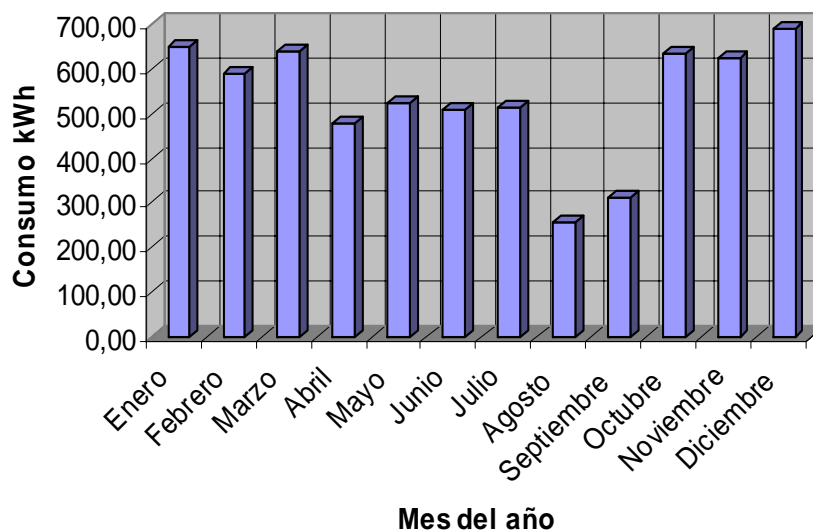


Figura 6.5. Gráfico de perfil temporal de consumo eléctrico.

El perfil mostrado es habitual en la mayoría de viviendas en España ya que durante los meses de invierno hay menos horas de luz solar y hay una bajada considerable de la temperatura ambiente. Todo esto provoca que la gente pase más horas en casa o en su defecto salga menos, lo cual se traduce en un aumento del consumo eléctrico. A todo esto debemos sumarle ciertos consumos que únicamente se producen en invierno, como por ejemplo, las estufas eléctricas.

Así pues, en verano, al disponer de más horas de luz solar y un clima más suave, los consumos sufren un fuerte descenso puesto que también se reducen las horas de estancia en la vivienda culminando en los períodos de menor consumo (agosto y septiembre) que concuerdan con las vacaciones de la familia, que al estar fuera de la vivienda se traduce en un ahorro energético.

b) Consumo de Gas Natural. Afecta a la cocción y al ACS. Debido a la falta de elementos o instrumentos de medida se estima la división entre la cocción y el ACS teniendo en cuenta los datos disponibles en el CTE en su DB sección HE 4 por el que se establece cómo valor referencial que para una vivienda unifamiliar son necesarios 30 l/ día por persona a una temperatura de 60°C. Teniendo en cuenta la temperatura mensual media de red en el área de Girona y conociendo el poder específico del agua ( $C_p = 4,18 \text{ kJ/kg K}$ ) y el número de personas total, es decir 5, podemos calcular cuál es el consumo de ACS estimado. Así pues, teniendo en cuenta los datos expuestos, a continuación se detallan los consumos de ACS y cocción en la siguiente tabla:

Consumos Gas Natural Mensuales					
Mes	Total días Mes	Consumo mensual de ACS (m3/mes)	Consumo mensual de cocción (m3/mes)	Total consumo mensual (m3/mes)	Total consumo mensual (kWh/mes)
Enero	31,00	24,56	4,44	29,00	344,25
Febrero	28,00	21,78	3,22	25,00	296,68
Marzo	31,00	23,20	3,80	27,00	320,46
Abril	30,00	21,57	3,43	25,00	296,74
Mayo	31,00	21,84	3,16	25,00	296,67
Junio	30,00	20,69	3,31	24,00	284,86
Julio	31,00	20,93	3,62	24,55	291,33
Agosto	31,00	12,41	1,59	14,00	166,22
Septiembre	30,00	16,90	2,10	19,00	225,56
Octubre	31,00	22,29	3,71	26,00	308,59
Noviembre	30,00	22,45	3,55	26,00	308,61
Diciembre	31,00	24,56	3,44	28,00	332,38
<b>TOTAL</b>	<b>365,00</b>	<b>253,18</b>	<b>39,37</b>	<b>292,55</b>	<b>3472,35</b>

Tabla 6.10. Consumo Total Gas Natural.

En la siguiente gráfica se podrán ver representados los consumos totales anuales iniciales por mes.

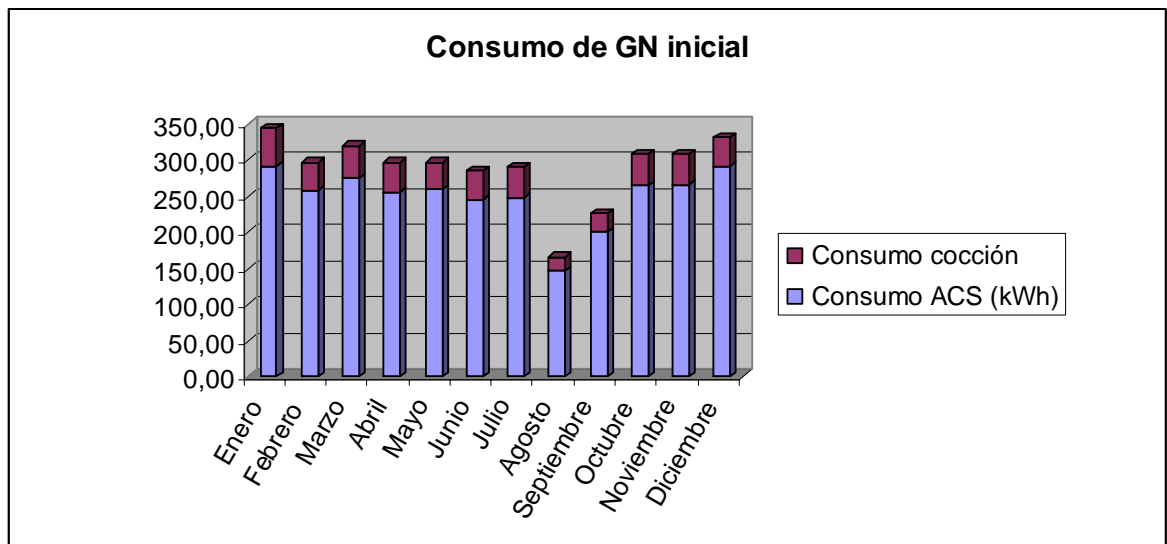


Figura 6.6. Consumo de GN inicial

Analizando los consumos expuestos se observa que el perfil temporal de consumo concuerda prácticamente de idéntico modo que el eléctrico aunque con unas diferencias no tan acusadas. El perfil es más homogéneo ya que en perfil de consumo la variable más importante es el consumo de ACS el cual es muy estable a lo largo del año, variando únicamente debido a la temperatura del agua de red.

Se puede observar el perfil temporal de consumo de GN en la siguiente figura:

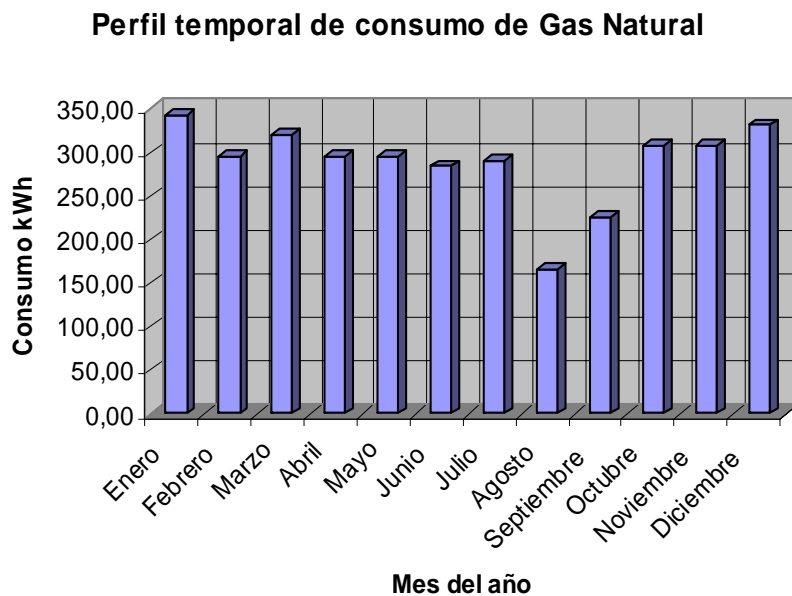


Figura 6.7. Gráfico de perfil temporal de GN

### 6.2.2 Costes asociados a cada consumo

Según los consumos detallados en el pto. 6.2.1 y teniendo los costes expuestos en el pto. 6.1.3 los costes asociados a cada consumo son:

Consumos Eléctricos Mensuales								
Mes	Total días Mes	Total consumo mensual (kWh/mes)	Mantenimiento contador mensual	Total consumo mensual (€kWh)	Total Término de Potencia (€kW)	Impuesto de la electricidad (€)	Coste Total S/IVA (€)	Coste total (€)
Enero	31,00	648,81	0,28	76,40	17,19	4,80	98,68	114,46
Febrero	28,00	590,06	0,25	69,48	17,19	4,45	91,38	106,00
Marzo	31,00	639,00	0,28	75,25	17,19	4,74	97,46	113,06
Abril	30,00	477,80	0,27	56,27	17,19	3,77	77,50	89,90
Mayo	31,00	521,78	0,28	61,44	17,19	4,04	82,95	96,22
Junio	30,00	507,69	0,27	59,79	17,19	3,95	81,20	94,19
Julio	31,00	513,30	0,28	60,45	17,19	3,98	81,90	96,64
Agosto	31,00	258,27	0,28	30,41	17,19	2,44	50,33	59,38
Septiembre	30,00	311,27	0,27	36,65	17,19	2,76	56,88	67,12
Octubre	31,00	633,99	0,28	79,35	17,19	4,95	101,77	120,09
Noviembre	30,00	624,71	0,27	78,19	17,19	4,90	100,54	118,64
Diciembre	31,00	689,95	0,28	86,35	17,19	5,31	109,14	128,78
<b>TOTAL</b>	<b>365,00</b>	<b>6416,62</b>	<b>3,24</b>	<b>770,03</b>	<b>206,33</b>	<b>50,11</b>	<b>1029,71</b>	<b>1204,48</b>

Tabla 6.11. Costes asociados a iluminación y equipos eléctricos.

Consumos Gas Natural Mensuales												
Mes	Total días Mes	Consumo mensual de ACS (m3/mes)	Consumo mensual de cocción (m3/mes)	Total consumo mensual (m3/mes)	Total consumo mensual (kWh/mes)	Total Término de Fijo (€/mes)	Total Término Variable ACS (€/mes)	Total Término Variable Cocción (€/mes)	Alquiler contador (€/mes)	Canon de la finca (€)	Coste Total S/IVA (€)	Coste total (€)
Enero	31,00	24,56	4,44	29,00	344,25	7,84	10,86	1,96	1,15	0,00	21,81	25,30
Febrero	28,00	21,78	3,22	25,00	296,68	7,84	9,63	1,42	1,15	0,00	20,04	23,25
Marzo	31,00	23,20	3,80	27,00	320,46	7,84	10,26	1,68	1,15	22,00	42,93	49,80
Abril	30,00	21,57	3,43	25,00	296,74	7,84	9,54	1,52	1,15	0,00	20,04	23,25
Mayo	31,00	21,84	3,16	25,00	296,67	7,84	9,65	1,40	1,15	0,00	20,04	23,25
Junio	30,00	20,69	3,31	24,00	284,86	7,84	9,15	1,46	1,15	0,00	19,60	22,74
Julio	31,00	20,93	3,62	24,55	291,33	7,84	9,25	1,60	1,15	0,00	19,84	23,41
Agosto	31,00	12,41	1,59	14,00	166,22	7,84	5,49	0,70	1,15	0,00	15,18	17,91
Septiembre	30,00	16,90	2,10	19,00	225,56	7,84	7,47	0,93	1,15	0,00	17,39	20,52
Octubre	31,00	22,29	3,71	26,00	308,59	7,84	9,86	1,64	1,15	0,00	20,49	24,17
Noviembre	30,00	22,45	3,55	26,00	308,61	7,84	9,93	1,57	1,15	0,00	20,49	24,17
Diciembre	31,00	24,56	3,44	28,00	332,38	7,84	10,86	1,52	1,15	0,00	21,37	25,22
<b>TOTAL</b>	<b>365,00</b>	<b>253,18</b>	<b>39,37</b>	<b>292,55</b>	<b>3472,35</b>	<b>94,08</b>	<b>111,94</b>	<b>17,41</b>	<b>13,80</b>	<b>22,00</b>	<b>259,23</b>	<b>303,00</b>

Tabla 6.12. Costes asociados a cocción y ACS.

### 6.2.3 Determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub> anuales derivadas de los consumos actuales.

En el caso estudiado se utilizan dos fuentes de energía, electricidad y Gas Natural.

Para realizar el cálculo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se pueden utilizar diferentes fuentes de información o herramientas de cálculo. En este caso se usarán las Directrices del IPCC para inventarios naciones de GEI, versión 2006 en el que se pueden consultar diversos documentos relacionados con la materia y se dan las directrices a seguir y, la herramienta de cálculo del Greenhouse Gas Protocol ([http:// www.ghgprotocol.org/calculation-tools](http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools)).

Para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo de electricidad u otras fuentes de energía y utilizando las fuentes anteriormente mencionadas, se aplica la siguiente fórmula:

$$EI_{gen} = DA \times FE$$

Dónde:

DA (Dato de actividad): es la cantidad de electricidad o energía consumida, expresada en kWh. Para obtener los kWh de GN aplicamos el factor de conversión facilitado por la compañía suministradora que es de  $1\text{m}^3=11,869\text{kWh}$ .

FE (Factor de Emisión): representa las emisiones unitarias por electricidad u otras formas de energía generada ( $\text{kg CO}_2 \text{equiv/kWh}$ ).

Para la determinación del factor de emisión derivado de la generación de la electricidad u otras formas de energía usaremos:

- Para la electricidad, FE se obtiene directamente de la factura eléctrica del suministrador. En este caso Endesa tiene un FE de  $0,33\text{Kg CO}_2/\text{kWh}$ .
- Para el GN, el FE se obtiene directamente de las tablas que aparecen en el volumen 2 de las directrices del IPCC para inventarios nacionales de GEI obteniendo de este modo un FE de  $56100 \text{ kg CO}_2/\text{TJ}$

Teniendo en cuenta que  $1 \text{ TJ}$  equivale a  $2,77 \cdot 10^5 \text{ kWh}$  obtenemos que el FE del GN es  $0,202 \text{ Kg CO}_2/\text{kWh}$

Así pues las emisiones de  $\text{CO}_2$  derivadas de los consumos anuales actuales son:

$$EI_{gen.electricidad} = 6416,62\text{kWh} \times 0,33\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 2117,48\text{kgCO}_2$$

$$EI_{gen.GN} = 3472,35\text{kWh} \times 0,202\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 701,41\text{kgCO}_2$$

Por tanto las emisiones totales anuales son:

$$EI_{gen.TOTAL} = 2117,48 + 701,41 = 2818,89\text{kgCO}_2$$

#### *6.2.4 Ineficiencias presentes en los consumos analizados.*

Tras la realización de la auditoria energética se observan una serie de ineficiencias tanto en los hábitos de consumo como en los equipos instalados.

Respecto a los equipos instalados se puede destacar:

- El uso de luminarias ineficientes. La gran mayoría son luminarias incandescentes que destacan por su bajo rendimiento, siendo un factor muy importante en el consumo eléctrico de la vivienda. En especial los meses de invierno ya que al disminuir las horas de luz natural se deben encender durante más horas.
- Existencia de aparatos sin opción de apagado total y que al disponer de función stand-by, a pesar de no estar siendo utilizados siguen consumiendo energía.

Respecto a los hábitos de consumo se puede destacar:

- Uso inapropiado de las luminarias exteriores ya que se mantienen encendidas durante períodos excesivos y sin ninguna utilidad más que la simple estética.
- Luminarias encendidas en estancias o zonas de paso vacías, sin ninguna funcionalidad simplemente por descuidos o falta de costumbre por parte de los habitantes. También se ha detectado uso en horas de luz natural sin que sea necesario.
- Exceso de uso de luminarias en actividades que no lo requieren.
- Uso de todos los equipos, cuya potencia es regulable, a máxima capacidad sin tomarse en consideración el uso que se les va a dar, por ejemplo, en lavavajillas, plancha, lavadora, etc.
- No se realiza mantenimiento preventivo ni en luminarias ni en los electrodomésticos más sensibles a ello.
- Utilización de los recursos hídricos de forma inadecuada calentando de forma excesiva el agua que se usa.
- Cocción inadecuada sin considerar ninguna medida de ahorro ni al cocinar con gas ni durante el uso del horno eléctrico.
- Excesivo uso de las estufas eléctricas durante los meses de invierno en los baños.
- Contratación de una potencia eléctrica excesiva.

## 6.3 Análisis de propuestas de mejora.

Una vez realizada la auditoría energética y analizadas las deficiencias en los equipos y en los hábitos expuestos en el punto 6.2.5, se proponen a continuación una serie de mejoras dirigidas a la reducción y minimización de los consumos, cuya viabilidad económica será expuesta en el punto 6.4.

Principalmente se actuará en dos grandes grupos, consumos eléctricos y de GN, que a su vez serán divididos en siete subgrupos, los cuales se detallan a continuación:

- Consumos eléctricos:
  - o Luminarias
  - o Elementos domóticos
  - o Electrodomésticos
  - o La compañía eléctrica y la factura de la luz. Estudio de alternativas en el mercado.
- Consumo de Gas Natural:
  - o Cocción



- o ACS
- o La compañía de GN y la factura del gas. Estudio de alternativas en el mercado.

### *6.3.1 Consumos de electricidad.*

Según los datos obtenidos podemos establecer los porcentajes de consumo generados por la iluminación y por los electrodomésticos. Del total de la factura anual, la iluminación supone el 34,72% siendo muy superior al consumo medio en España, según el IDAE, que es del 18%. El 65,28% restante, corresponde a los electrodomésticos y equipos eléctricos.

#### *6.3.1.1 Luminarias*

En este punto, y con el fin de reducir al máximo los consumos eléctricos, se estudia aplicar medidas de nulo o bajo coste que afectan principalmente a los hábitos de los residentes y de pequeña inversión puesto que serán los más efectivos y rentables en este caso. Se desestiman medidas de gran inversión debido a que hace aproximadamente dos años que se renovó toda la instalación eléctrica y, por tanto, no es necesaria.

Respecto a las medidas de nulo o bajo coste se establece como prioritario:

- La limpieza periódica de las luminarias para mejorar la eficiencia, ya que un mal mantenimiento puede provocar una pérdida entre el 75 y el 90% del flujo luminoso.
- Pintar con colores claros las paredes y techos reduce la necesidad de instalar más puntos de luz. En este caso no será necesario puesto que ya lo están.
- Reducir los niveles de iluminación hasta el mínimo recomendado para la actividad a realizar en el lugar.
- Concienciar a los residentes de un uso eficiente y racional de la iluminación. Puede llegar a suponer hasta un 15% de ahorro en condiciones normales.

Respecto a las medidas que suponen una pequeña inversión:

- Sustituir bombillas incandescentes por fluorescentes compactos en las estancias mas usadas y en las que no se encienden y apagan continuamente, para evitar su desgaste prematuro y aprovechar al máximo su rendimiento.
- Sustituir bombillas incandescentes por halógenos en las zonas de paso o estancias en las que se apague y encienda la luz continuamente.
- Se desestima el uso de bombillas de leds, por ser todavía una tecnología en desarrollo y con un alto coste para un usuario particular.
- Sustituir los equipos de conexión electrónica o balastos electrónicos antiguos, por equipos de nueva generación dónde sea posible. Dichos equipos estabilizan la luz para asegurar un encendido y un funcionamiento correcto de las lámparas, aumentando su vida útil hasta en un 50%. Puede suponer un ahorro en el consumo de un 25-30%.

Según el IDAE se establece la siguiente tabla de equivalencias entre las diferentes tecnologías:

Bombilla convencional incandescente (W)	Bombilla halógena (W)	Fluorescente Compacto (W)
40	25	9
60	40	11
75		15
100	60	20
150	100	32

Tabla 6.13. Tabla equivalencia de potencia necesaria según tecnología utilizada (fuente IDAE).

Debido al enorme coste económico y cuya inversión no sería recuperable, no se sustituirán todas las luminarias existentes a pesar de la ineficiencia de las mismas. Tras el estudio de los puntos críticos de consumo se establece como prioridad, solucionar esos puntos, puesto que son los principales causantes del elevado consumo.

Los puntos de consumo de luminarias se detallan en la siguiente tabla:

CONSUMO DE LUMINARIAS ANUAL							
ZONA DE LA CASA	HORAS DE VIDA (h)	HORAS DE VIDA (h)	Nº BOMBILLAS INSTALADAS	POTENCIA DE CADA BOMBILLA (W)	POTENCIA REAL INSTALADA (W)	TOTAL (h/año)	TOTAL CONSUMO ANUAL (kWh/año)
Trastero	Incandescente convencional	1000	2,00	40,00	80,00	5,32	0,43
Habitación 1	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	186,67	22,40
Habitación 2	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	212,12	25,45
Habitación 3	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	8,83	1,06
Habitación 4	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	213,82	25,66
Estudio	Incandescente convencional	1000	2,00	40,00	80,00	60,20	4,82

Estudio (puntual mesa 1)	Incandescente convencional	1000	1,00	60,00	60,00	166,80	10,01
Estudio (puntual mesa 2)	Incandescente convencional	1000	1,00	60,00	60,00	175,72	10,54
Sala de estar	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	436,99	52,44
Baño 1	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	123,58	4,94
Baño 1 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	9,20	0,37
Baño 2	Incandescente convencional	1000	1,00	60,00	60,00	207,85	12,47
Baño 2 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	39,70	1,59
Baño 3	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	190,87	7,63
Baño 3 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	42,36	1,69
Baño 4	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	67,78	2,71
Baño 4 (zona afeitado)	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	1,52	0,06
Cocina	Fluorescente T5	6000	3,00	36,00	108,00	442,42	47,78
Salón-Comedor	Incandescente convencional	1000	6,00	60,00	360,00	702,07	252,74
Salón-Comedor (zona lectura)	Incandescente convencional	1000	1,00	60,00	60,00	41,95	2,52
Garaje	Incandescente convencional	1000	3,00	100,00	300,00	80,50	24,15
Pasillo 1	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	9,64	0,39
Pasillo 2	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	30,36	3,64
Pasillo 3	Incandescente convencional	1000	1,00	60,00	60,00	26,34	1,58

Pasillo 4	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	34,36	1,37
Distribuidor 1	Incandescente convencional	1000	2,00	60,00	120,00	219,49	26,34
Distribuidor 2	Incandescente convencional	1000	3,00	60,00	180,00	209,31	37,68
Porche de Entrada	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	723,92	28,96
Fachada D	Incandescente convencional	1000	1,00	40,00	40,00	723,92	28,96
Fachada C	Incandescente convencional	1000	5,00	40 y 60	300,00	723,92	217,18
Fachada B	Incandescente convencional	1000	11,00	40, 60 y 100	760,00	723,92	550,18
Fachada A	Incandescente convencional	1000	8,00	40 y 60	340,00	723,92	246,13

Tabla 6.14. Luminarias instaladas en cada zona de la casa y consumos totales anuales de cada zona.

Tal y como se observa en la misma, remarcado en color amarillo, se establecen los puntos críticos de consumo que serían atacados para reducirlos al máximo. Dichos puntos son:

- Habitación 1
- Habitación 2
- Habitación 4
- Estudio (puntual mesa 1)
- Estudio (puntual mesa 2)
- Sala de estar
- Baño 2
- Cocina
- Salón-comedor
- Distribuidor 1
- Distribuidor 2
- Porche de entrada
- Fachada D
- Fachada C
- Fachada B

- Fachada A
- Garaje

Puesto que suponen el 97,9% del total. El resto se desestima emprender medidas que comporten inversión debido a la pobre incidencia que provocaría en el consumo total si bien, sí se actuará en los hábitos de utilización para minimizar al máximo el consumo.

El criterio utilizado para decidir los puntos críticos ha sido superar el consumo anual de 10kWh/año, puesto que una reducción en dichos consumos, sí afectaría de manera significativa en la factura final.

De los puntos críticos mencionados los de mayor importancia son:

- a) Todas las luminarias situadas en las fachadas exteriores designadas con las letras A, B, C, D y el porche de entrada.
  - b) Salón-comedor
  - c) Cocina
- a) Respecto a las fachadas exteriores se decide sustituir las bombillas incandescentes, de muy bajo rendimiento (14,7 lm/W) y 1000h de vida, por bombillas de bajo consumo, del tipo fluorescente compacto con rosca E27, con un rendimiento de 70 lm/W y una vida útil de 7000h. Se ha decidido cambiar por este tipo de luminaria, ya que al tener la misma rosca, no se necesita modificar ningún plafón, obteniendo de este modo una reducción de la inversión necesaria.

Las bombillas incandescentes instaladas de 40, 60 y 100W serán sustituidas por 23 bombillas de fluorescente compacto de 11W, para las de 40 y 60W, y de 3 20W para las de 100W. De este modo se logra reducir la potencia instalada de 1480W a 313W sin mermar en ningún caso los lux necesarios para cada área. Según las fuentes consultadas de IKEA se establece un coste de 2,99 €/3 un. para las de 11 W y 3,5 €/un para las de 20 W.

Otro punto importante a cambiar en este apartado serían los hábitos de consumo ya que, tal y cómo se indicó en el punto 6.2.5, las luminarias exteriores son utilizadas de manera excesiva sin motivo alguno o aparente.

Según los datos aportados por los habitantes de la casa se obtiene que la media anual de utilización de dichas luminarias es de 1,987h/día, lo cual, con la potencia anterior de 1480W instalada, suponía 2940,76 kWh/día de media.

Se estima un 80% de reducción de consumo encendiendo las luminarias sólo cuando sea necesario. Dicha reducción se ha estimado de modo conservador, ya que realmente, se podría reducir más. Por tanto, el consumo medio anual diario pasaría a ser de 0,3974 h/día, y teniendo en cuenta la nueva potencia instalada de 313W, se obtendrá un consumo aproximado de 124,39 kWh/día, lo que supone una reducción del 95,77%.

- b) El salón-comedor es uno de los lugares dónde mayor vida se realiza por parte de la familia, en el que se tienen instaladas seis bombillas incandescentes de 60W con un total de consumo anual de 252,74kWh. Dichas bombillas serán sustituidas por 4 fluorescentes compactos de rosca E27 de 20W. Aún reduciendo los puntos de luz, se obtiene el mismo flujo lumínico o superior. El criterio de cambio por estas luminarias es el mismo que el expuesto en el

punto anterior a). Según las fuentes consultadas de IKEA se establece un coste de 3,5 €/un.

Igualmente, y de modo conservador, se estima que con un uso racional de las luminarias se establece que se pueden reducir las horas de uso en un 5% anual.

Así pues, se pasaría de las 702,07h anuales a 666,97h que con la nueva potencia instalada de 80W supondría un consumo anual de 53,36kWh/año, lo cual supone una reducción del 78,89% del mismo.

- c) La cocina es otro punto importante de consumo. Se tienen instalados tres fluorescentes del tipo T5 de 36W cada uno. Y se considera que la tecnología utilizada es la adecuada.

La mejora a realizar es la sustitución de los balastos (o cebadores), lo cual se detallará en el siguiente punto 6.3.1.2.

Sin embargo, se mejorarán los hábitos reduciendo un 5% el consumo, pasando de 47,78kWh a 45,39kWh con un coste 0.

Del resto de los puntos críticos considerados, a continuación se detallan qué mejoras se aplicarán:

- Habitaciones 1, 2 y 4, Estudio (puntual mesa 1 y 2) y sala de estar. Todas las bombillas incandescentes serán sustituidas por fluorescentes compactos de 11W. La justificación de dichos cambios es idéntica a los anteriores casos descritos en este apartado.

Según las fuentes consultadas de IKEA se establece un coste de 2,99 €/3 un. para las de 11 W.

En este caso, al igual que en los anteriores, y de nuevo aplicando un criterio conservador, se estima que con uso racional del tiempo de uso se puede reducir el consumo total en un 5%. Así pues, se pasa de un consumo anual de 146,7kWh/año a 25,52kWh/año, lo cual supone una reducción del 82,50%.

- Baño 2 y Distribuidor 1 y 2. Se sustituirán las luminarias incandescentes por halógenos ya que son zonas de paso o estancias en las que se apagan y encienden de forma continuada las bombillas para reducir su consumo sin afectar a su desgaste prematuro por un al uso. Por tanto, las luminarias incandescentes de 60W serán sustituidas por halógenas de 40W siguiendo las recomendaciones del IDAE.

Según las fuentes consultadas de IKEA se establece un coste de 3,5 €/2 un. para las bombillas halógenas de 40 W.

En este caso, únicamente se aplicarán criterios de uso racional de la energía en el baño 2 ya que en el resto se aplicarán otras soluciones para minimizar el consumo que se detallarán en el punto 6.3.1.2. Se estima un 5% de reducción del tiempo de utilización. Por lo que, de tener un consumo anual de 76,49kWh/año a otro de 50,57kWh/año, lo que supone un ahorro del 33,89% a falta de aplicar las mejoras que se detallarán en el punto 6.3.1.2.

- Garaje. Se sustituirán las luminarias incandescentes de 100W por halógenas de 60W, reduciendo el consumo sin repercutir en los lumens que se tenían antes.

Según las fuentes consultadas de IKEA se establece un coste de 3,5 €/2 un. para las bombillas halógenas de 60 W.

Se establece la necesidad de mejorar los hábitos de uso y se estima en este caso el reducir al menos un 10% el tiempo de uso.

Por tanto, se pasa de un consume de 24,15kWh/año a 13,04kWh/año, lo cual se traduce en una reducción del 46%.

Tal y como se ha comentado en el resto de estancias de la casa (baño1, baño1 zona afeitado, baño 3, baño3 zona afeitado, baño 4, baño4 zona afeitado, trastero, estudio, salón-comedor zona lectura, baño2 zona afeitado, pasillo 1, 2, 3 y 4) no se va a realizar ninguna inversión al no ser recuperable. Sin embargo, sí se actuará en la mejora de los hábitos de uso ya que se reducirá el consumo a un coste cero. Nuevamente, y a modo conservador se establece un ahorro del 5% en los consumos totales. Así pues, se pasa de un consumo anual de 34,8kWh/año a 33,06kWh/año.

#### 6.3.1.2 Elementos domóticos

El empleo de dispositivos electrónicos de racionalización del consumo son muy habituales para la reducción o minimización del mismo. Entre las distintas tecnologías encontramos:

- a) Fococélulas: dispositivo localizado en un circuito que abre un interruptor según la luz recibida. Aportan automatización de los sistemas de encendido del alumbrado maximizando el uso de la luz natural. De uso general en la vivienda. Supone un ahorro del 20% del consumo.
- b) Sensores de movimiento: conectan y desconectan las luces en respuesta a la presencia o ausencia de los ocupantes. Se usa sobretodo en zonas de paso o estancias dónde se permanece durante períodos cortos. Supone un ahorro del 20% del consumo del punto o puntos de luz asociados.
- c) Equipos de conexión electrónica o balastos electrónicos: estabilizan la luz para asegurar un encendido y una operación correcta de las lámparas, aumentando su vida útil hasta un 50%. Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico. Supone un ahorro energético de entre un 25 y un 30%.
- d) Relojes programables: abren/cierran uno o más interruptores según programa prefijado (funcionamiento cíclico). Se instalan sobretodo en zonas de paso. Supone un ahorro del 15% del consumo eléctrico.
- e) Temporizadores: cierra el circuito de iluminación durante un determinado período de tiempo. Se instala en áreas dónde se necesita iluminación en períodos cortos. Supone un ahorro de electricidad de un 15%.

Los elementos descritos anteriormente, se engloban en el grupo de mejoras que suponen una pequeña inversión, de los cuáles en el caso estudiado, únicamente se aplicarán dos tipos:

- a) Equipos de conexión electrónica o balastos electrónicos. Se aplicarán en la cocina y siguiendo el mismo criterio conservador se estima una reducción del consumo del 25% sobre el consumo ya mejorado. Así pues, obtenemos que de un consumo anual de 45,39kWh pasamos a un consumo final de

34,04kWh. El coste asociado a esta mejora es de 60 € para todos los elementos (Fuente: LEROY MERLIN).

- b) Fotocélulas. Se aplicarán en los distribuidores 1 y 2 lo que supondrá un ahorro del 20% del consumo, obteniendo de este modo un consumo total anual de 34,14kWh. Teniendo en cuenta el consumo ya reducido del baño de 7,90kWh. El total para estas tres zonas es de 42,04kWh. El coste asociado a esta mejora es de 40 €/un. para todos los elementos (Fuente: LEROY MERLIN).

### 6.3.1.3 Electrodomésticos.

El consumo energético de los electrodomésticos supone la parte más importante del consumo total (65,28% del total).

Los electrodomésticos o equipos eléctricos de mayor impacto en el total de la factura son nuevos o prácticamente, ya que se fueron cambiando los obsoletos por equipos con una mayor eficiencia (A+, A++, etc.). Por tanto, no se considera necesario ninguna inversión en sustitución de equipos de pobre rendimiento.

Sin embargo, se pueden aplicar medidas de bajo o nulo coste energético actuando en la minimización/eliminación del consumo de los equipos con función "stand-by" y en la mejora del mantenimiento de los equipos y hábitos de uso, que sí pueden llegar a ser muy efectivos para ahorrar en la factura de la luz.

Siguiendo los consejos y directrices de guías de ahorro energético en el hogar publicadas por el IDAE, GREENPEACE, e ICAEN entre otros, a continuación se detallan las mejoras a realizar y sus impactos en la factura eléctrica:

- Eliminación/reducción de los consumos en los equipos con función en "stand-by". En equipos como televisores, éste puede consumir hasta un 15% de su consumo normal en operación, mientras está en "stand-by". Se instalarán bases múltiples o comúnmente llamadas "ladrones" con botón de desconexión allí donde se pueda, para cortar el suministro eléctrico y de este modo eliminar el "stand-by". Se instalará una base múltiple en cada una de las siguientes estancias: cocina, sala de estar y salón-comedor. El coste asociado a estos elementos es de 6 €/un. (Fuente: LEROY MERLIN).

Por lo tanto se estima que los tres televisores, el DVD con Home cinema, el DVD, la consola de videojuegos y el equipo de música con tocadiscos, siguiendo un criterio conservador y mejorando los hábitos de utilización, pueden reducir el tiempo de "stand-by" en un 90% del consumo actual.

- Frigorífico y congelador. Es electrodoméstico de mayor consumo en la casa. Para la reducción del consumo se aplicarán las siguientes mejoras:
  - o No sobrecargar el frigorífico; dificulta las corrientes de aire frío y por tanto el enfriamiento adecuado de los alimentos.
  - o No introducir alimentos calientes. Produce escarcha y aumenta considerablemente el consumo. Puede suponer hasta un 3% de ahorro.
  - o Adecuar la temperatura del termostato. Reducir un punto se traduce en al menos una reducción del 5% en el consumo.



- No abrir la puerta de la nevera inútilmente. Unos segundos bastan para perder buena parte del frío, lo que obliga al compresor a conectarse para recuperar el frío perdido. Puede suponer un aumento del 5%.
- Limpiar periódicamente el serpentín trasero (cada 6 meses). El polvo hace aumentar el consumo de energía e impide el enfriamiento correcto. Puede suponer un aumento del 2%.
- Asegurar el correcto estado de las gomas de las puertas, garantizando la estanqueidad del interior.
- Descongelar los alimentos en el compartimento de refrigerados en vez de en el exterior. Obteniendo ganancias de frío gratuitas.
- Descongelar regularmente los frigoríficos con descongelación manual. La acumulación de escarcha reduce la eficiencia energética del aparato. Supone un aumento del consumo de hasta el 30%.
- Dejar un espacio de al menos 15cm desde la parte trasera del frigorífico hasta la pared para facilitar una correcta ventilación. Puede suponer un aumento de consumo del 15%.

Aplicando estas medidas se prevé un ahorro del 10% en el consumo anual de estos dos equipos.

- Lavavajillas. Se aplicarán las siguientes mejoras:
  - Limpieza del filtro asidua, mantener los depósitos de sal y abrillantador llenos, para asegurar el mejor rendimiento en el lavado.
  - Utilizar el lavavajillas sólo a plena carga ya que consume la misma energía, y así minimizamos los ciclos de uso alargando la vida útil del equipo. En caso de no ser posible, usar el programa de media carga para reducir el consumo.
  - Utilizar el programa económico ya que se reduce el calentamiento de agua y se reduce la fase de secado, lo cual puede suponer un ahorro superior al 50%. En caso de que la vajilla esté muy sucia se recomienda un raspado previo con un cepillo antes de introducirla al lavavajillas, evitando así tener que usar el ciclo de lavado intensivo.
  - Eliminar el secado con aire caliente. En su lugar se recomienda abrir la puerta al final del lavado. Se ahorra hasta un 40% de energía.
  - Dado que el equipo en cuestión dispone de función de programación, se recomienda su uso para evitar coincidencias de uso en el tiempo con otros equipos de gran potencia, pudiendo reducir la potencia contratada con la compañía eléctrica.
  - Colocar en la cesta superior los utensilios más sucios para aprovechar la mayor presión de agua. Es mejor colocar en la inferior los utensilios más delicados.

Aplicando estas mejoras se estima un ahorro total del 40% del consumo actual.

- Lavadora. Se aplicarán las siguientes mejoras:

- Limpiar frecuentemente el filtro de suciedad y cal para evitar obstrucciones y mejorar el funcionamiento.
- Utilizarla a plena carga para ahorrar energía y reducir los ciclos de uso alargando su vida útil.
- Utilizar siempre que sea posible el lavado en frío o el programa ECO. Más del 80% de la energía necesaria para lavar la ropa se invierte en calentar el agua. En caso de ropa con manchas difíciles, utilizar un quitamanchas previo para evitar el uso de lavados de alta temperatura.
- Dado que la lavadora dispone de función programación, se usará siempre que sea posible para evitar coincidencias de uso con otros electrodomésticos de gran potencia, pudiendo reducir la potencia contratada con la compañía eléctrica.
- Centrifugando se gasta mucha menos energía para secar que utilizando una secadora.
- Agrupar la ropa según la clase de tejidos, programa y temperatura a utilizar. Un buen lavado ayuda a cuidar la ropa y evitar repetición de lavados.

Con dichas mejoras y teniendo en cuenta los hábitos de uso previos, se estima un ahorro del 35%.

- Secadora. Se aplicarán las siguientes mejoras:
  - Utilizarla sólo a plena carga ya que se ahorra energía y se reducen los ciclos de uso, alargando así su vida útil.
  - Tender la ropa siempre que sea posible, para su secado al sol. De este modo se ahorran ciclos completos de uso.
  - No mezclar tejidos ni ropa pesada con ligera.
  - Centrifugar la ropa en la secadora como mínimo a 800rpm. Si llegamos a las 1000rpm, el ahorro será de más de la mitad.
  - Utilizar la función de programación para evitar coincidencias de uso en el tiempo con otros equipos de gran potencia pudiendo de este modo, reducir la potencia contratada con la compañía eléctrica.
  - Para las prendas que deben plancharse, dejarlas a humedad de plancha y no secarlas completamente. El ahorro puede llegar al 20%.
  - El aire de secado pasa por un filtro para retener las pequeñas partículas que la ropa deja ir. La limpieza periódica del mismo evita paradas y reduce el consumo del ventilador al disminuir pérdidas de carga.

Teniendo en cuenta la zona en la que está ubicada la casa y aplicando un criterio conservador, se estima que se puede reducir el uso de la secadora en un 80%.

- Horno eléctrico. Se aplicarán las siguientes mejoras:
  - Utilizar el reloj programador siempre que sea posible, lo cuál es muy efectivo si se tienen controlados los tiempos de cocción necesarios para cocinar ya que evita el uso durante más tiempo del

necesario. Además de ser más cómodo ya que se debe estar tan pendiente de apagarlo para ahorrar energía.

- No abrir la puerta del horno para comprobar el punto de cocción a no ser que sea imprescindible y, en caso de hacerlo, abrirla el mínimo tiempo posible ya que habitualmente se producen unas pérdidas de hasta un 20% del calor acumulado.
- Apagar el horno 10 minutos antes de finalizar la cocción. De este modo, se aprovechará el calor residual sin coste alguno.
- Precalentar el horno sólo cuando sea estrictamente necesario.
- La temperatura máxima aconsejada desde el punto de vista energético es de 180-200 °C, aunque ello prolongue el tiempo de cocción. A pesar del aumento del tiempo se ahorra hasta un 10% de energía.
- Usar el microondas en lugar del horno siempre que sea posible, ya que el primero, consume aproximadamente sólo un 10% de la energía que necesita el horno.

Aplicando las mejoras expuestas y aplicando un criterio conservador se estima un ahorro del 10% del consumo.

- Microondas. La mejora a aplicar será la optimización del tiempo de uso. Se estima una reducción del 3% del consumo.
- Plancha. La mejora a aplicar será la reducción de la potencia de uso que pasará de 2400W a 2200 ó 2000W en función del uso requerido. De esta manera se consigue mantener el resultado final con una reducción del consumo. Se estima un ahorro del 8%.
- Radio CD, PC de sobremesa, pantalla de PC de sobremesa, Impresora multifunción, PC portátil, Router Wi-Fi, secador y cargadores de móvil. Al depender el consumo de los mismos del tiempo de utilización, aplicando nuevamente un criterio conservador, se estima una reducción del 3% del consumo realizando un uso más racional de los mismos y minimizando los tiempos de encendido sin usarlos.
- Aspirador. Se reducirá su potencia hasta 1400W en lugar de los 1600W actuales. Con ello se conseguirá un ahorro del 12,5% del consumo del equipo.
- Calefactor eléctrico. Se reducirá el tiempo de uso un 10%, ya que es innecesario prolongar su funcionamiento cuando los baños ya están calientes.
- Televisores (3), DVD con Home Cinema, DVD, consola de videojuegos y equipo de música con tocadiscos. En muchas ocasiones dichos equipos se dejan encendidos sin nadie que los utilice. Siguiendo un criterio conservador y optimizando los tiempos de utilización, se estima un ahorro del 5% mejorando los hábitos de uso.
- Campana extractora y las bombillas instaladas en la misma. Se estima que con un uso más racional se puede reducir el consumo en un 5%.

#### 6.3.1.4 La compañía eléctrica y la factura de la luz. Estudio de alternativas en el mercado.

En este punto se analizarán las diversas ofertas presentes en el mercado energético actual para determinar la mejor opción para reducir costes.

Tras la reunión con los habitantes de la casa se desestima la entrada en el mercado libre debido a la complejidad para un usuario normal. Por tanto, sólo se estudiarán las diferentes opciones de las compañías suministradoras de la Tarifa de Último Recurso (TUR). Igualmente, se establece cómo prioridad la unificación del suministro eléctrico y de gas con una única compañía suministradora por comodidad de los usuarios y en busca de una mejor oferta por unificación de suministrador.

En estos momentos hay 5 empresas que ofrecen esta posibilidad según la CNE:

- Endesa Energía XXI, S.L.U.
- Iberdrola Comercialización de Último Recurso
- Gas Natural S.U.R., SGD, S.A.
- HC-Naturgás Comercializadora Último Recurso, S.A.
- E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L.

Dado que el coste de la tarifa TUR viene establecido por el gobierno de España, se va a evaluar las diferentes ofertas que combinan luz y gas y se realizará la comparación entre las que mejor se ajusten a las necesidades existentes. Tal y cómo se verá en la tabla 6.15., hay discrepancias entre las compañías respecto a los costes del término de potencia de la luz y del fijo de la luz de la compañía E.ON. Se ha consultado dicha discrepancia con la empresa suministradora y se ha confirmado la validez del dato expuesto en su página web.

En la tabla 6.15, se pueden observar los costes asociados a las diferentes fuentes de energía, descuentos aplicables según la promoción y obligaciones de contratación de servicios para acogerse a dichas promociones.

OFERTAS DE LAS COMPAÑÍAS SUMINISTRADORAS					
	Endesa Energía XXI, S.L.U.	Iberdrola Comercialización de Último Recurso, S.A.U.	Gas Natural S.U.R., SGD, S.A.	HC - Naturgás Comercializadora Último Recurso, S.A.	E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L.
Tipo de Tarifa de la luz	2.0 A (>3 kW y ≤ 10 kW)	2.0 A (>3 kW y ≤ 10 kW)	2.0 A (>3 kW y ≤ 10 kW)	2.0 A (>3 kW y ≤ 10 kW)	2.0 A (>3 kW y ≤ 10 kW)
Término de Potencia de la Luz (€/kWmes)	1,719427	1,719427	1,719427	1,719427	1,513100
Término de Energía de la Luz (€/kWhmes)	0,140069	0,140069	0,140069	0,140069	0,140069
Tipo de Tarifa de Gas	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1

<b>Término Fijo del Gas (€/mes)</b>	4,090	4,090	4,090	4,090	2,863
<b>Término de Energía de la Gas (€/kWhmes)</b>	0,05105351	0,05105351	0,05105351	0,05105351	0,05105400
<b>Servicio de mantenimiento y reparación gas PLUS (€/mes)</b>	5,23	-	-	-	-
<b>Descuento Término de Potencia de la Luz (1 año)</b>	12,00%	10,00%	12,00%	0,00%	12,00%
<b>Descuento Término de Energía de la Luz ( durante 1 año)</b>	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%
<b>Descuento Término de Fijo del Gas (durante 1 año)</b>	10,00%	10,00%	12,00%	10,00%	30,00%
<b>Descuento adicional por contratación on-line por el Gas sobre término fijo (durante 1 año)</b>	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Descuento en el servicio de mantenimiento por contratación on-line (durante 1 año)</b>	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Programa de puntos</b>	-	-	-	2000 ptos.cada por suministro y 1 pto. Por cada kWh consumido en cada energía y 100 ptos. Por cada año de antigüedad	-
<b>Ahorro de Luz con programa de puntos</b>	-	-	-	Cada 5000 ptos = 40 kWh de luz gratis en la próxima factura	-
<b>Ahorro de Gas con programa de puntos</b>	-	-	-	Cada 5000 ptos = 100 kWh de gas gratis en la próxima factura	-
<b>Duración del contrato</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 6.15. Características detalladas de las ofertas que combinan luz y gas de cada compañía suministradora que serán estudiadas.

El estudio asociado a los consumos de gas será realizado en otro punto.

El nuevo consumo eléctrico anual que se conseguirá con las mejoras expuestas en los anteriores puntos es de 3561,43 kWh/año. Dicha cifra se detallará en las conclusiones de las mejoras aplicadas.

Con este nuevo consumo total anual y teniendo en cuenta la superficie de la vivienda y todos los equipos instalados, se consulta a las diferentes compañías suministradoras cuál podría ser la nueva potencia contratada que se recomienda. De dichas consultas se determina que se reducirá de los 10 kW actuales a 5,5 kW, lo cuál supone una reducción considerable de la potencia contratada.

Así pues, en la siguiente tabla se puede observar los costes totales anuales en función de la compañía suministradora escogida y del consumo energético de luz anual una vez aplicadas las mejoras descritas.

Factura de la luz						
	Endesa Energía XXI, S.L.U. (Tarifa actual)	Endesa Energía XXI, S.L.U.	Iberdrola Comercialización de Último Recurso, S.A.U.	Gas Natural S.U.R., SGD, S.A.	HC - Naturgás Comercializadora Último Recurso, S.A.	E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L.
Coste anual de la factura con las nuevas condiciones (€/año)	653,47	639,16	641,54	639,16	642,99	626,56
TOTAL (€/IVA por año)	653,47	639,16	641,54	639,16	642,99	626,56
TOTAL (€/IVA por año)	771,10	754,21	757,02	754,21	758,72	739,34

Tabla 6.16. Coste total anual de electricidad de cada una de las ofertas estudiadas.

Para dicho cálculo se han tenido en cuenta los costes del término de potencia y de la energía, el mantenimiento del contador aplicado por la compañía, la nueva potencia contratada, el impuesto de la electricidad y el IVA actual del 18%.

Por los resultados obtenidos y sin tener en cuenta la parte del consumo del gas, la compañía suministradora más económica sería E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L. El cambio de compañía supondría un ahorro de 31,76 €/año respecto a la tarifa contratada en la actualidad.

### 6.3.2 Consumos de GN.

A continuación se estudiarán las diferentes mejoras que se aplicarán para mejorar el consumo de GN y por tanto, la reducción del coste de este suministro.

#### 6.3.2.1 Cocción

La cocción es un punto importante en el coste energético de GN en una vivienda. Dicho consumo puede ser fácilmente reducido aplicando unas sencillas mejoras con un coste nulo o prácticamente nulo. Por ello, es importante cambiar los hábitos de uso que son el factor que mayor incidencia tiene sobre el consumo.

Respecto a las medidas de nulo o bajo coste se aplicarán las siguientes mejoras:

- Un buen mantenimiento es básico para mantener una buena eficiencia del sistema:
  - o Mantener limpia la cocina para un buen funcionamiento de placas y quemadores.
  - o En cocinas de gas, el color amarillo de la llama es síntoma de una mala combustión, lo cual se traduce en un aumento del consumo. Para mantener una buena eficiencia de la cocina de gas es necesario una limpieza regular de los elementos susceptibles de obturamiento y un mantenimiento regular de los equipos.
- No dejar que la llama de la cocina sobrepase los recipientes. Usar siempre recipientes de tamaño adecuado para minimizar al máximo el derroche de energía.
- Tapar las ollas y cacerolas al cocinar. Se consigue una cocción más rápida y por tanto, con un menor consumo. Puede ahorrarse entre un 20% y un 30%.
- Usar ollas a presión super rápidas. Ahorramos energía, tiempo y dinero. Puede suponer un 50% menos de consumo.
- No mantener el fuego al máximo cuando los alimentos estén hirviendo, lo cual se traduce en un gasto innecesario de energía. Puede ahorrarse entre un 10 y un 15%.
- Es conveniente freír primero los alimentos que requieren menos temperatura ya que así conseguimos reducir el tiempo de calentamiento sin usar.

Con la aplicación de estas mejoras se estima, a modo conservador, una reducción del consumo de GN de 12% relacionado con la cocción.

#### 6.3.2.2 ACS

El consumo de ACS es uno de los grandes consumidores de la energía que necesitamos para calentar. Según fuentes del IDAE puede suponer un 25% del total en una vivienda media. Por tanto, se deben aplicar las mejoras más adecuadas para su reducción de consumo ya que su optimización puede suponer una reducción importante en el consumo total.

Dicho consumo puede ser fácilmente reducido aplicando unas sencillas mejoras con un coste nulo o prácticamente nulo. Por ello, es importante cambiar los hábitos de uso que son el factor que mayor incidencia tiene sobre el consumo.

Respecto a las medidas de nulo o bajo coste se aplicarán las siguientes mejoras:

- Un buen mantenimiento es básico para mantener una buena eficiencia del sistema:
  - o Realizar un mantenimiento cada 2 ó 3 años, eliminando así las incrustaciones calcáreas y limpiar el serpentín.
  - o El mantenimiento debe ser realizado por un instalador debidamente autorizado.
- Ajustar la temperatura del termostato a la salida del calentador en función de la época del año. Es conveniente entre 40-45°C en verano y a 60°C en invierno. Esta mejora hará reducir el consumo durante los meses de verano al ser necesario un menor gradiente de temperatura a alcanzar.
- Mantener el aislante del acumulador y del sistema de tuberías en buenas condiciones, lo cual evitará pérdidas de calor y mejor aprovechamiento de la energía utilizada.
- Mantener los grifos en buen estado para evitar el goteo.
- Cambiar los baños por duchas ya que hay una gran diferencia de consumo energético cómo de agua entre ambos. Una ducha consume 3 veces menos de energía y de agua que lo necesario para un baño.
- Cerrar el grifo cuando no se aproveche el agua, por ejemplo cuando se enjabona, se lava los dientes o se afeita una persona. Una buena forma de reducir el consumo es calentar un vaso de agua durante 1 minuto en el microondas para que una persona se afeite. Esto es mucho más barato y eficiente que mantener el grifo abierto hasta que sale el agua caliente.
- Instalación de aireadores en grifos y en la ducha que hacen aumentar la mezcla de agua con aire. Puede suponer un ahorro de agua de un 50% para el mismo tiempo de uso a un coste irrisorio con el consiguiente ahorro de GN para calentar el ACS que se utiliza. Consultando los precios de LEROY MERLIN se determina un coste de 1,95 € para un aireador de grifo convencional y 5 € para los de ducha. Teniendo en cuenta los 3 baños dónde se actuará se instalarán 6 aireadores de grifo y 3 de ducha con un coste total de 27,03 €.
- Con la aplicación de estas mejoras se estima, a modo conservador, una reducción del consumo de GN de 15% relacionado con el calentador.

#### 6.3.2.3 La compañía de GN y la factura del gas. Estudio de alternativas en el mercado

Siguiendo con la comparativa entre las tarifas que ofrecen las diferentes compañías suministradoras iniciado en el punto 6.3.1.4, en el que se observa las diversas características y descuento o promociones aplicadas a cada de las ofertas, se analizará la mejor opción existente para el suministro de GN una vez aplicadas las mejoras descritas en los 2 puntos anteriores.

Teniendo en cuenta el nuevo consumo de GN anual que se conseguirá con las mejoras expuestas en los anteriores puntos es de 2965,45 kWh/año.



Así pues, en la siguiente tabla se puede observar los costes totales anuales en función de la compañía suministradora escogida y del consumo energético de GN anual una vez aplicadas las mejoras descritas.

Factura del GN						
	Gas Natural (Tarifa actual)	Endesa Energía XXI, S.L.U.	Iberdrola Comercialización de Último Recurso, S.A.U.	Gas Natural S.U.R., SGD, S.A.	HC - Naturgás Comercializadora Último Recurso, S.A.	E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L.
Coste anual de la factura con las nuevas condiciones	236,28	277,16	231,37	230,39	231,37	211,25
TOTAL (€/IVA)	236,28	277,16	231,37	230,39	231,37	211,25
TOTAL (€/IVA)	278,81	327,05	273,02	271,86	273,02	249,27

Tabla 6.17. Coste total anual de GN de cada una de las ofertas estudiadas.

Para dicho cálculo se han tenido en cuenta los costes del término fijo y de la energía, el alquiler del contador aplicado por la compañía, los servicios extras a contratar y el IVA actual del 18%.

Por los resultados obtenidos y sin tener en cuenta la parte del consumo de electricidad, la compañía suministradora más económica sería E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L. El cambio de compañía supondría un ahorro de 29,54 €/año respecto a la tarifa contratada en la actualidad.

## 6.4 Emisiones de CO<sub>2</sub> anuales derivadas de los consumos actuales con el cambio de compañía a E.ON.

Tras el análisis de los datos anteriores se estima el cambio de compañía suministradora a E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L. La justificación de dicho cambio será expuesta en el punto 6.5.

Para realizar el cálculo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se seguirá la misma metodología expuesta en el punto 6.2.3.

El FE de E.ON (dato disponible en la página web de la compañía suministradora) es de 0,39Kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Así pues las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de los consumos anuales actuales son:

$$EI_{gen.electricidad} = 3561,43kWh \times 0,39 kgCO_2/kWh = 1388,96kgCO_2$$

$$EI_{gen.GN} = 2965,45kWh \times 0,202 kgCO_2/kWh = 599,02kgCO_2$$

Por tanto las emisiones totales anuales son:

$$EI_{gen.TOTAL} = 1388,96 + 599,02 = 1987,98 \text{kgCO}_2$$

Con estas nuevas emisiones de CO<sub>2</sub> actuales, se ha conseguido reducir las emisiones en 830,91 kgCO<sub>2</sub> al año.

## 6.5 Conclusiones.

Según lo expuesto en todo el punto 6 se aplicarán una serie de mejoras tanto en la parte del consumo eléctrico como del de GN que supondrán un ahorro energético considerable.

En cuanto al consumo eléctrico se conseguirá reducir el consumo anual en 2855,19 kWh/año, es decir, un ahorro del 44,5% respecto al valor inicial. Este ahorro tan importante es debido sobretodo a que la mayoría de equipos instalados estaban siendo usados de manera ineficiente y se ha conseguido, simplemente mejorando los hábitos de utilización, es decir, a coste cero, una reducción notable, además de que las luminarias instaladas eran totalmente ineficientes e inadecuadas, por lo que con un simple cambio de tecnología tras el estudio de las diferentes alternativas, se ha conseguido un resultado tan importante con un coste económico relativamente bajo.

En cuanto al consumo de GN se conseguirá reducir un total de 506,9 kWh/año, es decir, un ahorro del 14,5% respecto al valor inicial. Lo más importante de este porcentaje es que dicha reducción se consigue a coste cero en prácticamente la totalidad de las medidas empleadas, por lo que, es más destacable si cabe.

Respecto al cambio de compañía y tras lo expuesto en los puntos 6.3.1.4. y el 6.3.2.3 se determina que la mejor opción existente en estos momentos es la tarifa combinada que nos ofrece la E.ON Comercializadora de Último Recurso, S.L. que nos ofrecerá un ahorro total teniendo en cuenta el consumo de electricidad y de GN de 61,3 €/año.

Así pues, teniendo en cuenta la nueva tarifa a la que nos acogemos, los costes asociados a la factura de la luz y teniendo en cuenta el ahorro de consumo aplicando las mejoras descritas pasa a ser de 739,34 €/año, lo que supone un ahorro respecto a la situación anterior de 465,14 €/año. Si contamos la inversión que se ha realizado para alcanzar dichas mejoras detalladas en la tabla 6.18 se observa que la inversión es rentable puesto que queda un saldo neto a favor de 222,76 €.

Electricidad				
Equipo	Cantidad Luminarias	Coste (€)	Total (€)	Comentarios
Fluorescente de bajo consumo estándar 11W E27	33,00	2,99	32,89	Coste indicado es para pack de 3 un. Nos quedan dos de recambio.
Fluorescente de bajo consumo estético 11W E27	2,00	5,99	5,99	Coste indicado es para pack de 2 un.
Fluorescente de bajo consumo estándar 20W E27	7,00	3,5	24,5	Coste indicado es unitario
Bombilla halógena 40W E27	8,00	3,5	14	Coste indicado es para pack de 2 un. Nos queda una de recambio.
Bombilla halógena 60W E27	4,00	3,5	7	Coste indicado es para pack de 2 un. Nos queda una de recambio.
Fotocélulas	2,00	40	80	Coste indicado es unitario
Base múltiple	3,00	6	18	Coste indicado es unitario
Balastros electrónicos	1,00	60	60	Coste indicado es para el conjunto de los elementos de la cocina
Mano de obra y montaje	2,00	20	40	Coste indicado es por hora de técnico
<b>TOTAL</b>			<b>282,38</b>	

Tabla 6.18. Costes de las mejoras aplicadas para reducir el consumo eléctrico.  
Fuente: IKEA y LEROY MERLIN.

Respecto al consumo de GN y teniendo en cuenta la nueva tarifa a la que nos acogemos, los costes asociados a la factura del GN computando el ahorro de consumo aplicando las mejoras descritas pasa a ser de 249,27 €/año, lo que supone un ahorro respecto a la situación anterior de 53,73 €/año. Si contamos la inversión que se ha realizado para alcanzar dichas mejoras detalladas en la tabla 6.19 se observa que la inversión es rentable puesto que queda un saldo neto a favor de 27,03 €.

GN			
Equipo	Cantidad	Coste (€/un)	Total (€)
Aireador grifo	6,00	1,95	11,7
Aireador ducha	3,00	5	15
<b>TOTAL</b>			<b>26,7</b>

Tabla 6.19. Costes de las mejoras aplicadas para reducir el consumo de GN.  
Fuente: LEROY MERLIN.

Con todo lo anteriormente expuesto, la inversión en mejoras y reducción de consumos es rentable ya que aún aplicando los costes asociados a las mismas se obtiene en el primer año un ahorro de 209,79 €, quedando por tanto, amortizados todas las luminarias y equipos instalados.

# **CAPÍTULO 7: ANTEPROYECTO DE ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA**

## **7.1 Objetivo.**

El objetivo en este punto es la realización de un anteproyecto de análisis de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica de 5,7 kWp conectada a la red de distribución en el emplazamiento descrito en el capítulo 2 de este proyecto.

Se pretende es estudio de producción de una instalación FV del Tipo I, para instalaciones en fachadas o cubiertas de construcciones fijas y del subtipo Tipo I.1 para instalaciones de potencia inferior o igual a 20 kW según el R.D. 1578/2008 y su posterior modificación con el R.D. 1565/2010. Para ello, se dará de alta la actividad como empresa generadora de energía en su formato Sociedad Limitada Laboral y por la que tributará con el 25% de los beneficios.

El emplazamiento se encuentra situado en Sant Feliu de Guíxols:

Latitud: 41° 45'

Longitud: 3° 1'

Con una orientación SE y un azimut de 60° respecto a la orientación sur.

La fachada escogida para la instalación de los módulos es la denominada como Fachada D según el número de plano FV-00005 incluido en el volumen II de este proyecto.

## 7.2 Estudio de radiación solar disponible.

Para el estudio de radiación solar de la zona se consultan los datos disponibles en el Instituto Meteorológico de Cataluña (Meteocat) y mediante el software METEONORM versión 5.1 se realizan los cálculos de la irradiación disponible sobre superficie horizontal y con un azimut a 0° para posteriormente poder estimar la producción mediante paneles fotovoltaicos con el software PVSYST 4.1.

La inclinación óptima para el emplazamiento que estamos estudiando y dado que se quiere optimizar al máximo la producción será la misma que la latitud. Para facilitar los cálculos, los módulos tendrán una inclinación de 41° y se calculará con un azimut de 60° respecto al sur, ya que los módulos fotovoltaicos se instalarán en la fachada B de la casa, tal y cómo se indicó en el punto anterior y según la disposición indicada en el número de plano FV-00005 incluido en el volumen II de este proyecto.

La estación meteorológica que se usará para generar los cálculos de la irradiación disponible sobre superficie horizontal es la de Girona/Costa Brava. Los datos generales del emplazamiento son:

<b>Nombre del lugar</b>	<b>Gerona/Costa Brava</b>
<b>Código:</b>	<b>81840</b>
	<b>129</b>
<b>Latitud:</b>	<b>41,54</b>
<b>Longitud:</b>	<b>2,46</b>
<b>Tipo de lugar:</b>	<b>WMO / OMM</b>
<b>Continente</b>	<b>Europa</b>
<b>Zona climática:</b>	<b>IV, 1</b>
<b>Situación:</b>	<b>libre</b>
<b>Uso horario:</b>	<b>-1</b>
<b>Diferencia horaria:</b>	<b>-30</b>
<b>Período mensual</b>	<b>Ta: 61-90</b>

Tabla 7.1. Datos generales de la estación meteorológica de Girona/Costa Brava.

Los datos obtenidos por el software METEONORM y que posteriormente serán utilizados en el software PVSYST para la estimación de la producción eléctrica son:

Mes	<G_Gh>	<G_Dh>	Ta	FF
Ene.	72	37	6,9	1,8
Feb.	102	56	8,0	1,7
Mar.	157	75	9,9	1,9
Abr.	196	104	11,8	2,3
Mayo	223	117	15,6	2,4
Jun.	258	132	19,7	2,3
Jul.	268	109	23,1	2,5
Ago.	234	105	22,7	2,3
Sept.	185	83	20,1	2,1
Oct.	124	62	15,4	1,7
Nov.	81	42	10,4	1,7
Dic.	64	35	7,7	1,6
Año	164	80	14,3	2,0

Leyenda:

Ta: Temperatura del aire  
 FF: Velocidad del viento  
 <G\_Gh>: Irradiancia media de la radiación global horizontal  
 <G\_Dh>: Irradiancia media de la radiación difusa horizontal

Radiación en [W/m<sup>2</sup>]  
 Temperatura en [°C]  
 Velocidad del viento en [m/s]  
 Parámetros medidos = Ta, FF, RR, Td, Rd

Tabla 7.2. Datos obtenidos con METEONORM para exportar al software PVSYST para el estudio de generación eléctrica de la instalación fotovoltaica.

Otros datos obtenidos con los cálculos generados en el software METEONORM son los datos de Irradiancia media anual:

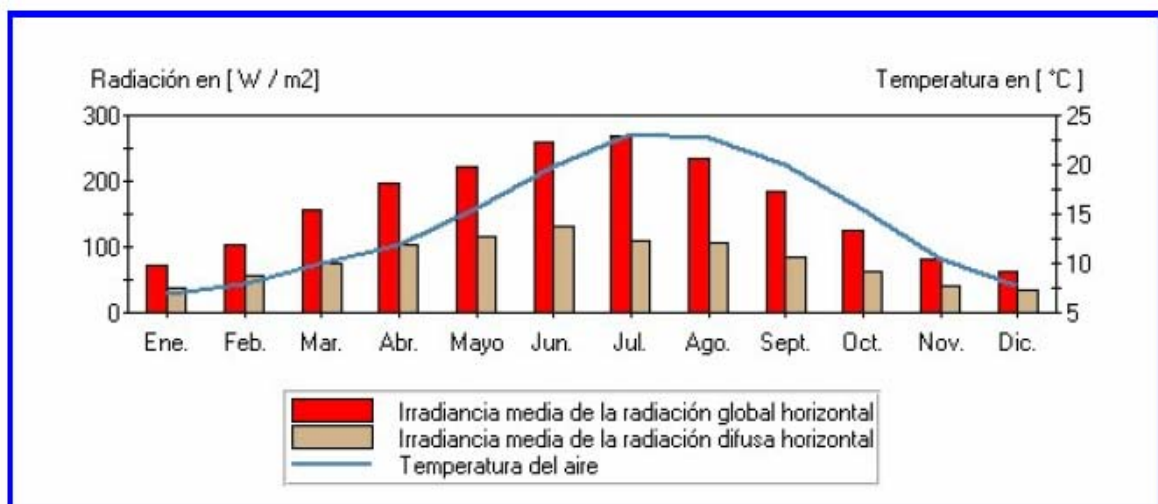


Figura 7.1. Irradiancia media anual.

## 7.3 Características del módulo FV escogido.

El módulo fotovoltaico escogido es un KYOCERA modelo KD240GX-LFB ya que por su potencia nominal de 240 W y su tamaño de 1662x990 mm se adapta perfectamente a la superficie de que disponemos y a la potencia total que se pretende con esta instalación.

Las características del módulo KD240GX-LFB son:

Marca	KYOCERA
Modelo	KD240GX-LFB
Potencia Nominal (W)	240
Voc, stc (V)	36,9
Vmp, stc (V)	29,8
Voc (coeficiente de temperatura) (V/°C)	-0,133
Imp, stc (A)	8,06
Isc (A)	8,59

Tabla 7.3. Características del módulo FV elegido.

Las medidas detalladas del módulo son:



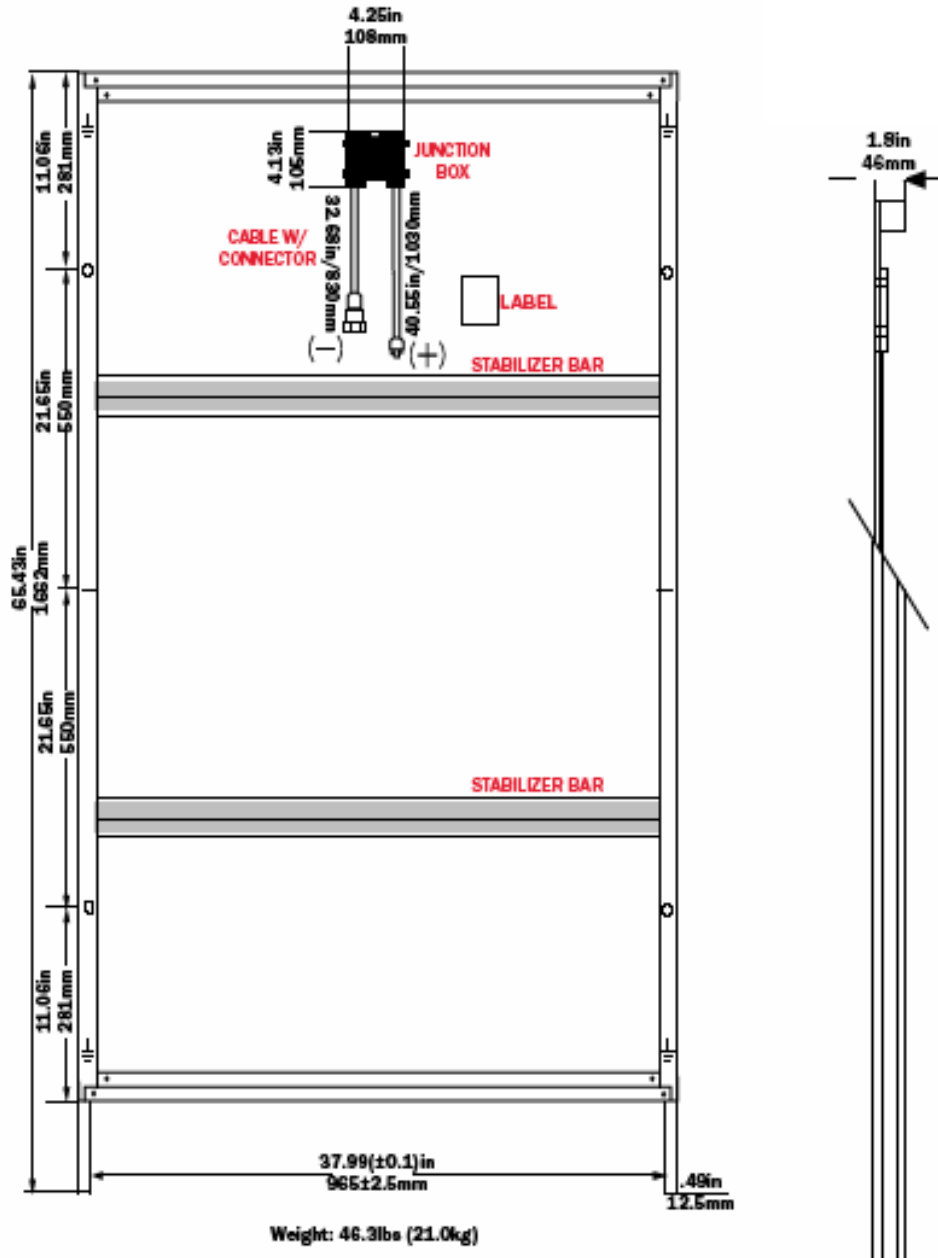


Figura 7.2. Dimensiones del módulo FV elegido.

Se adjunta el catálogo del módulo al anexo de este proyecto, en el que se podrán consultar el resto de características del módulo fotovoltaico.

## 7.4 Descripción del proyecto.

Se instalarán 24 módulos KYOCERA modelo KD240GX-LFB en la fachada B del edificio aprovechando el tejado de la casa que tiene una inclinación de 14°. Debido a que nos interesa conseguir el rendimiento óptimo de la instalación y la inclinación deberá ser de 41° respecto a la horizontal. Los módulos FV se instalarán a 27° respecto del tejado de la casa que tiene una inclinación de 14° y que sumando conseguimos los 41° deseados.

### 7.4.1 Estudio de sombras y colocación de los módulos FV.

Los módulos FV se instalarán a 41° de la horizontal y debemos calcular la distancia entre módulos para minimizar las pérdidas por sombras.

Para el estudio de sombras se determina que para el día más desfavorable del año, el 21 de diciembre, la elevación solar es de 22,5245° para lo cuál se han tenido en cuenta la latitud y longitud del emplazamiento.

Datos	
Ubicación instalación	Sant Feliu de Guíxols
hora reloj	14,0000
día juliano	355,0000
Latitud	41,7830
Lat_rad	0,7293
Longitud	3,0330
Lon.Meridiano	0,0000
K_dif horaria invierno	1,0000
K_dif horaria verano	2,0000

Tabla 7.4. Datos de la ubicación utilizados para el cálculo de la elevación solar (h).

Con los datos de la tabla 7.4 y aplicando las fórmulas de la declinación solar, el ángulo solar ( $\omega$ ), la hora solar verdadera (TS) que determina la posición del sol respecto al sur, la ecuación del tiempo, se puede calcular la elevación solar para el día más desfavorable del año, el 21 de diciembre, según la fórmula siguiente:

$$\cos \theta_z = \sin h = \sin L \sin \delta + \cos L \cos \delta \cos \omega$$

Una vez se dispone del ángulo de elevación solar se procede al cálculo de sombras sobre superficies inclinadas.

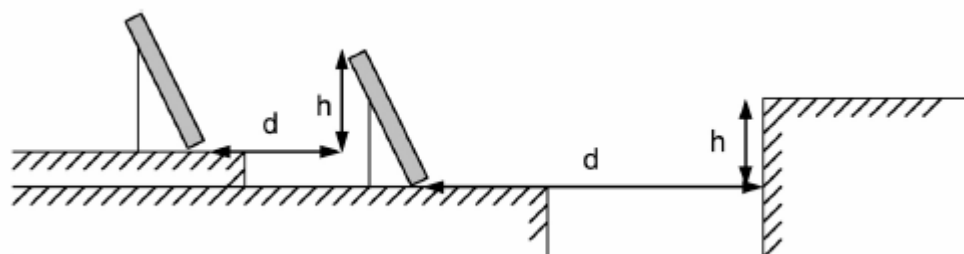


Figura 7.3. Diagrama de cálculo de sombras sobre superficies inclinadas.

Dónde  $d$  es la distancia entre captadores y  $h$  es la altura entre la altura mínima del 2º captador en contacto con la superficie y la máxima del 1º. Para la obtención del valor  $d$  se utiliza la siguiente expresión:

$$d = h / \tan(61^\circ - \text{latitud})$$

Utilizando tablas para la obtención del factor  $k$  que en la expresión anterior se calcula mediante la  $\tan(61^\circ - \text{latitud})$  para una latitud de  $41^\circ$  se obtiene que  $k$  tiene un valor de 2,747:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
$k$	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 7.5. Factor  $k$  en función de la latitud.

Dado que se desconoce el valor  $h$  ideal se aplica un proceso iterativo por el cual se obtiene que la distancia  $d$  óptima para la instalación de los módulos FV es de 727 mm. Para comprobar la idoneidad del cálculo se procede a dibujar los paneles FV sobre la superficie inclinada de  $14^\circ$  mediante el software de diseño AUTOCAD y se comprueba que para el día más desfavorable del año, no se producen sombras que puedan provocar pérdidas debido a este factor.

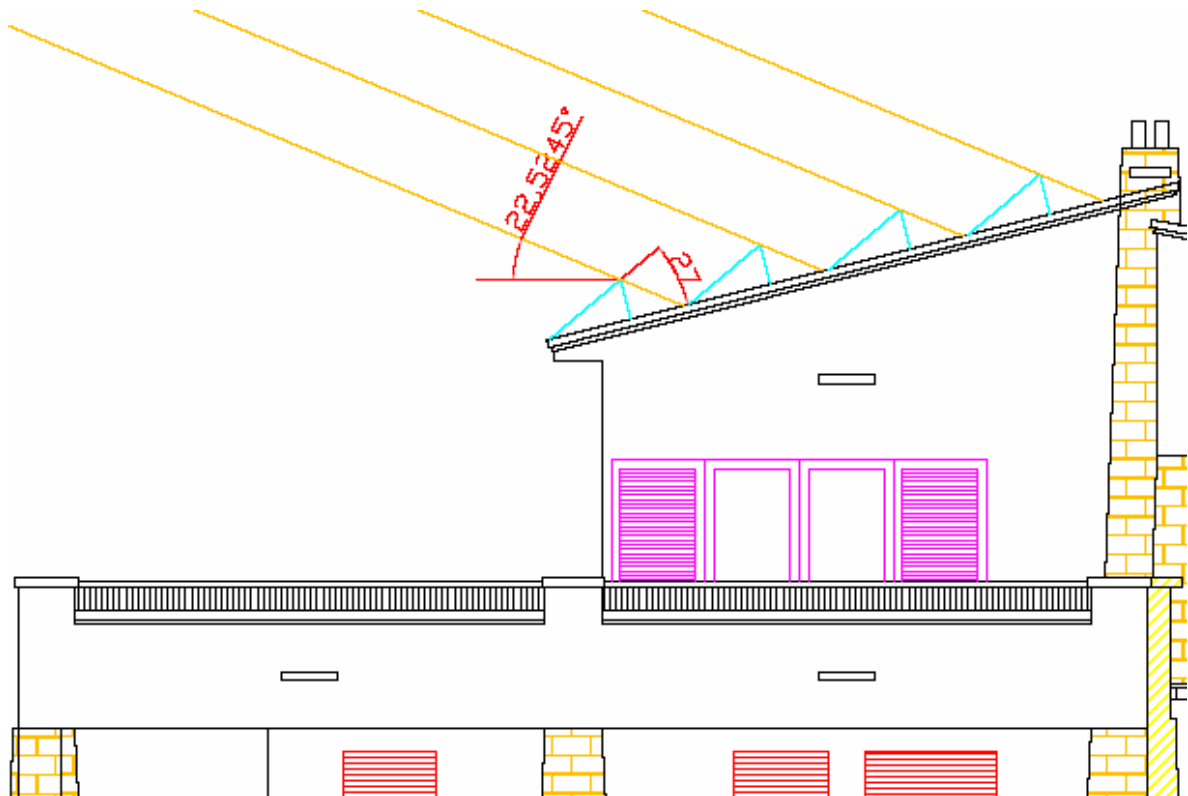


Figura 7.4. Posición de los módulos FV con distancia  $d$  de 727 mm.

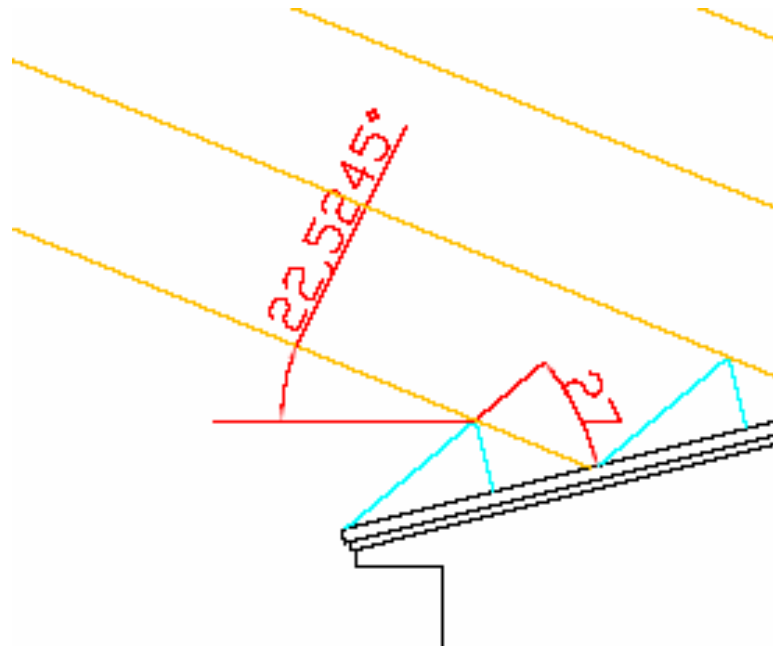


Figura 7.5. Detalle de la posición de los módulos FV con distancia  $d$  de 727 mm.

#### 7.4.2 Disposición de los módulos FV en la cubierta.

Teniendo en cuenta el cálculo de sombras generadas descrito en el punto anterior se procederá a distribuir los paneles FV en 4 filas en paralelo de 6 paneles cada fila, haciendo un total de 24 módulos con una potencia instalada pico de 5760 W.

La disposición de los mismos queda detallada en la siguiente figura:

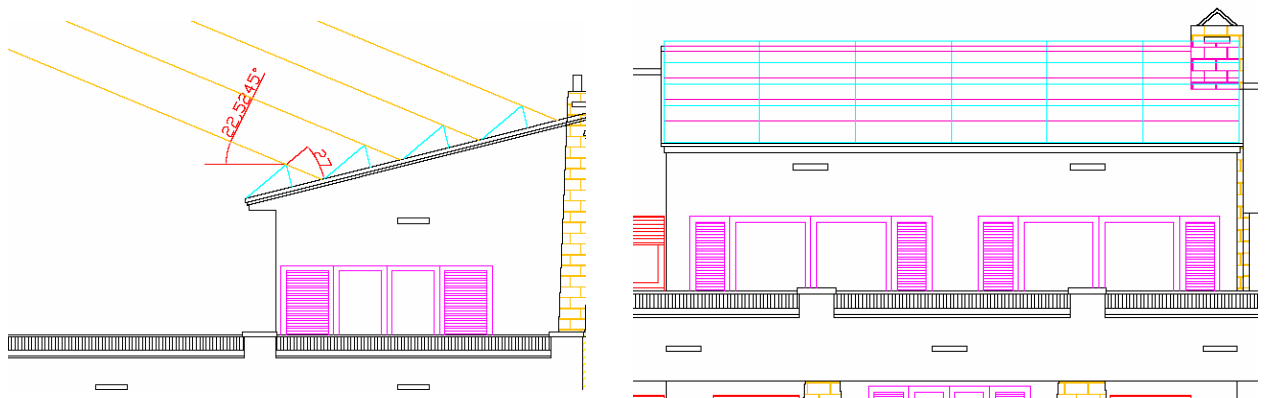


Figura 7.6. Disposición de los módulos FV en la cubierta.

### 7.4.3 Datos estimados de producción eléctrica anual.

Una vez disponemos de los datos de radiación sobre superficie horizontal de la zona en la que nos interesa instalar los módulos y realizado el estudio de sombras, mediante el software PVSYS y su opción "Preliminary design" se podrá obtener una estimación de producción eléctrica anual.

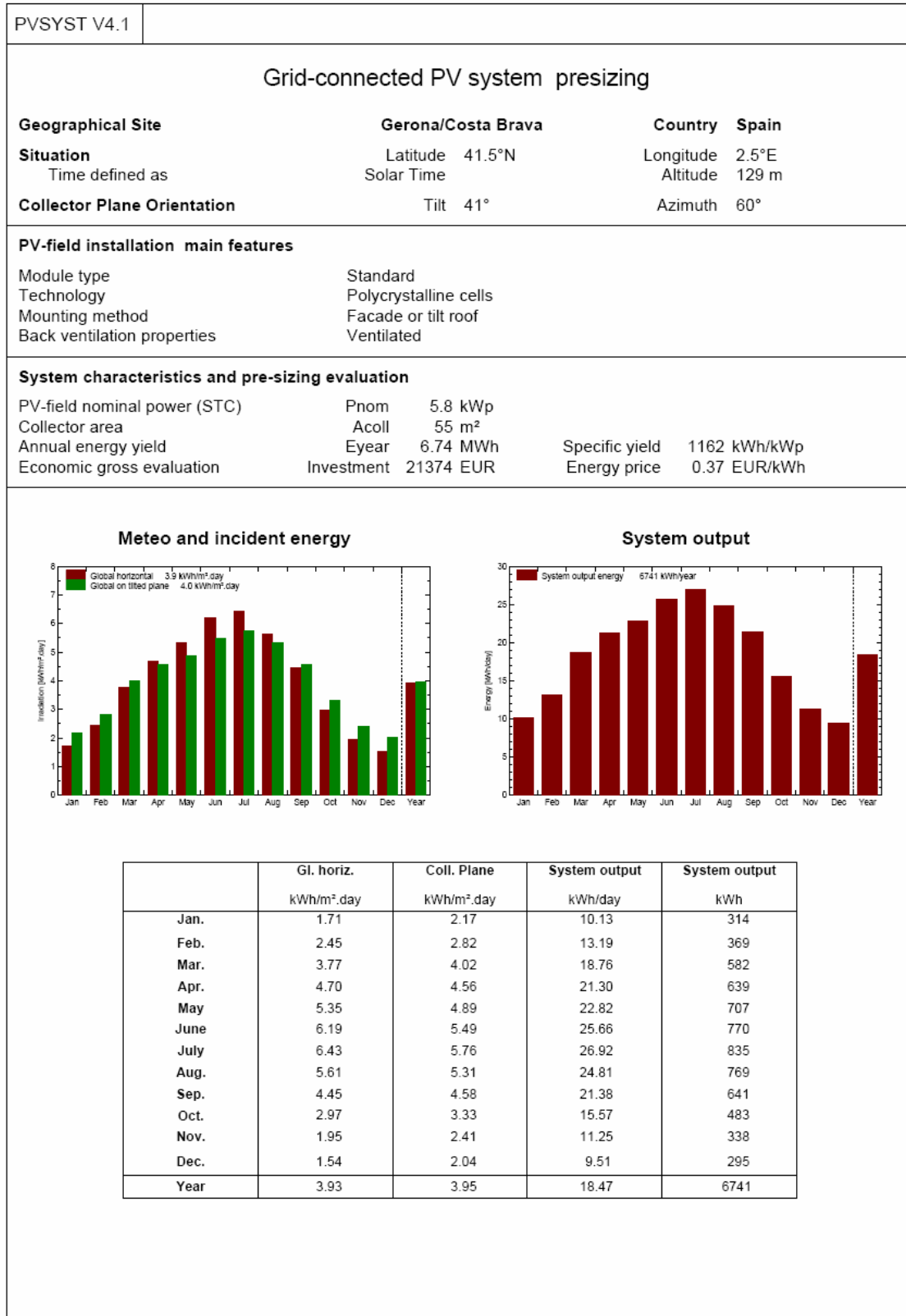


Figura 7.7. Estimación de producción eléctrica mediante instalación FV.

Tal y cómo se observa en la figura 7.7, la estimación de producción eléctrica será de 6741 kWh/año.

Los datos económicos no son reales, estaban por defecto en el programa. El estudio real de viabilidad económico se detallará en el siguiente punto.

## 7.5 Estudio de viabilidad económico.

Al realizar una simulación de una posible instalación se ha consultado a ASIF (Asociación de la Industria Fotovoltaica) y con AEF (Asociación Empresarial Fotovoltaica) los porcentajes a estimar para los diferentes elementos de la instalación. Si bien en algún punto había alguna diferencia, se ha estimado una media entre las 2 fuentes para realizar este supuesto. Conociendo el coste del módulo que se va a usar, el KYOCERA modelo KD240GX-LFB de 240 W, que es de 388,77 €/un con IVA (fuente: KYOCERA España) se pueden considerar los costes en una instalación fotovoltaica conectada a red según la siguiente tabla:

Costes de la instalación				
Elementos	Porcentaje de costes	Coste unitario (€)	Coste real (€)	Costes Redondeados (€)
Módulos FV (24 módulos)	60,00%	388,77	9330,48	9335
Estructuras Fijas	10,00%	1555,08	1555,08	1560
Transformadores e inversores de corriente	11,50%	1788,34	1788,34	1790
Montaje instalación	3,00%	466,52	466,52	470
Infraestructuras (equipos de protección) y cableado	4,00%	622,03	622,03	625
Pto. De conexión y media tensión	3,50%	544,28	544,28	545
Coste de O&M	3,00%	466,52	466,52	470
Transporte	1,00%	155,51	155,51	160
Seguro instalación	1,00%	155,51	155,51	160
Proyecto de Ingeniería	3,00%	466,52	466,52	470
<b>TOTALES</b>	<b>100,00%</b>	<b>6609,08</b>	<b>15550,79</b>	<b>15585</b>

Tabla 7.6. Coste de la instalación.

Con lo expuesto en la anterior tabla el coste de la instalación será de 15585 €.

El financiamiento de la instalación se realizará con un 60% de recursos propios y un 40% mediante línea de financiamiento para instalaciones FV a un máximo de

6 años, que facilita el Institut Català de l'Energia (ICAEN) y sujetas a las reglamentaciones financieras de las entidades designadas para la concesión de tal financiamiento cuyas características son:

\* Interés. Euríbor existente en el momento de concesión + 2 puntos sin redondeo por un período máximo de 6 años.

\* Revisión anual

\* Comisiones:

- Apertura: 0%
- Estudio: 0%
- Amortización anticipada: 0%
- Cancelación anticipada: 0%

\* Límite por operación para empresas: 500.000 €

\* No puede ser objeto de esta financiación el IVA o cualquier otro impuesto.

Así pues, tras consultar el Euríbor publicado por el Banco de España (BE) de mayo de 2011, el Euríbor actual es de 2,147% de aplicación en este proyecto. Por tanto, el interés de aplicación para los cálculos es de 4,15 al añadir los 2 puntos del financiamiento a través del ICAEN.

Tal y cómo se expuso anteriormente, se dará de alta la instalación como Sociedad Limitada Laboral, tributando por ello con un 25% del impuesto de sociedades.

La tarifa bonificada aplicada será la vigente por el RD 1578/2008 y su posterior actualización en el RD 1565/2010 y manteniendo los puntos vigentes del RD 661/2007. Por todo ello, la remuneración a percibir será de 0,323 €/kWh producido al ser una instalación del Tipo I, para instalaciones en fachadas o cubiertas de construcciones fijas y del subtipo Tipo I.1 para instalaciones de potencia inferior o igual a 20 kW, aplicándose un factor corrector anual de IPC – 0,25% hasta 2012 y de IPC – 0,5% después. Se estima un IPC anual del 3%.

El estudio de viabilidad se realizará a 20 años puesto que es el tiempo que el fabricante garantiza la duración de los paneles aunque seguramente será mayor a pesar de una pérdida sustancial de la eficiencia de los mismos.

A continuación se detallan los resultados obtenidos al realizar el estudio de viabilidad económico de la instalación:

Porcentaje financiado con recursos propios	60%	
Porcentaje financiado con subvenciones	0%	
Porcentaje financiado con préstamo	40%	
Plazo de amortización del préstamo	6 años	
Interés	2,15% Euríbor + 2 ptos. (sin redondeo)	4,15% 1er año

CASH FLOW

CONDICIONES INICIALES

Precio instalación + mejoras	15.585											
Recursos propios	9.351											
Subvención	0											
Préstamo	6.234											
Produc. Energ. por instal.(1)	6.741											
Tarifa bonificada(2)	0,323	0	*se aplicará ipc -0.25% hasta 2012. Después ipc-0.5%									
Ingresos por la instalación	2.177											
IPC general estimado (%)	3											
Pérdida de eficiencia	1,0%											
Eficiencia de los módulos (3)	1	100,00%	99,00%	98,00%	97,00%	96,00%	95,00%	94,00%	93,00%	92,00%	91,00%	

**AÑO**                      **0**                      **1**                      **2**                      **3**                      **4**                      **5**                      **6**                      **7**                      **8**                      **9**                      **10**

**INGRESOS**

Ingresos producción eléctrica		2.177,34	2.237,22	2.293,15	2.350,48	2.409,24	2.469,47	2.531,21	2.594,49	2.659,35	2.725,84
Ingresos consid. Degradación		2.177,34	2.214,85	2.247,29	2.279,96	2.312,87	2.346,00	2.379,34	2.412,87	2.446,60	2.480,51
Tasa de Impuestos (25%)		-68,85	-84,31	-98,37	-112,34	-126,21	-139,99	-153,66	-167,22	-180,66	-193,97

**GASTOS**

Pago del préstamo		- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039
Deuda acumulada a final de año	- 6.234	- 5.195	- 4.156	- 3.117	- 2.078	- 1.039	-	1.039	2.078	3.117	4.156
Importe medio de la deuda		- 5.715	- 4.676	- 3.637	- 2.598	- 1.559	- 520	520	1.559	2.598	3.637
Interés anual		- 237	- 194	- 151	- 108	- 65	- 22	22	65	108	151
Mantenimiento instalación (4)		- 470	- 484	- 499	- 514	- 529	- 545	- 561	- 578	- 595	- 613
Seguro de la instalación (5)		- 156	- 160	- 165	- 170	- 175	- 181	- 186	- 192	- 197	- 203

**TESORERIA**

Cash flow(ingresos-gastos)		207	253	295	337	379	420	461	502	542	582
Cash flow(acumulado)		- 9.144	- 8.892	- 8.596	- 8.259	- 7.881	- 7.461	- 7.000	- 6.498	- 5.956	- 5.374



Eficiencia de los módulos (3)	91,00%	90,00%	89,00%	88,00%	87,00%	86,00%	85,00%	84,00%	83,00%	82,00%	81,00%
<b>AÑO</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>INGRESOS</b>											
Ingresos producción eléctrica	2.725,84	2.793,98	2.863,83	2.935,43	3.008,81	3.084,03	3.161,13	3.240,16	3.321,17	3.404,19	3.489,30
Ingresos consid. Degradación	2.480,51	2.514,58	2.548,81	2.583,18	2.617,67	2.652,27	2.686,96	2.721,74	2.756,57	2.791,44	2.826,33
Tasa de Impuesto (25%)	-193,97	-207,15	-220,18	-233,05	-245,76	-258,30	-270,65	-282,81	-294,77	-306,51	-318,02
<b>GASTOS</b>											
Pago del préstamo	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039	- 1.039
Deuda acumulada a final de año	4.156	5.195	6.234	7.273	8.312	9.351	10.390	11.429	12.468	13.507	14.546
Importe medio de la deuda	3.637	4.676	5.715	6.754	7.793	8.832	9.871	10.910	11.949	12.988	14.027
Interés anual	151	194	237	280	323	367	410	453	496	539	582
Mantenimiento instalación (4)	- 613	- 632	- 651	- 670	- 690	- 711	- 732	- 754	- 777	- 800	- 824
Seguro de la instalación (5)	- 203	- 209	- 216	- 222	- 229	- 236	- 243	- 250	- 258	- 265	- 273
<b>TESORERIA</b>											
Cash flow(ingresos-gastos)	582	1.466	1.462	1.458	1.453	1.447	1.441	1.435	1.427	1.420	1.411
Cash flow(acumulado)	- 5.374	- 3.908	- 2.445	- 988	465	1.913	3.354	4.789	6.216	7.636	9.047

<b>PAY-BACK</b>	(1) estimados
<b>13,66</b>	(2) Tarifa según RD 1578/2008 con su corrección en el RD 1565/2010 y la parte de aplicación del RD 661/2007
<b>TIR</b>	(3) pérdida estimada de un 1% anual
<b>5,39%</b>	(4) 3 % del valor de la instalación actualizado cada año (estimado)
<b>VAN (6)</b>	(5) 1 % del valor de la instalación actualizado cada año (estimado)
<b>1.678,43</b>	(6) Para el cálculo del VAN se ha tenido en cuenta un 4% de interés

Tabla 7.7. Estudio de viabilidad económico de la instalación.

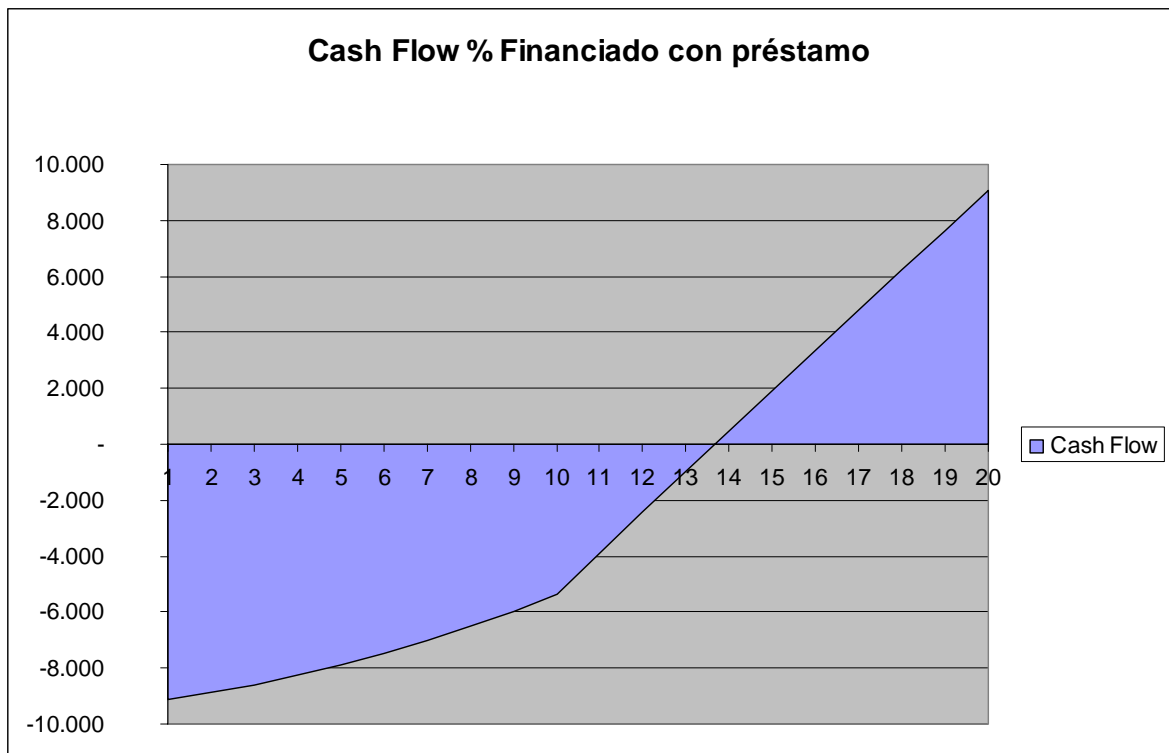


Figura 7.8. Cash Flow obtenido a 20 años.

Según los datos obtenidos se observa que el retorno de la inversión o pay-back se produce entorno a los 14 años de la instalación y obtenemos un VAN muy inferior al coste de la inversión inicial y un TIR del 5,36%.

# **CAPÍTULO 8:**

# **CONCLUSIONES**

A la vista de los resultados obtenidos tanto con las mejoras realizadas en los consumos como en el estudio de viabilidad de una instalación fotovoltaica en la vivienda descrita en este proyecto se observa claramente, que para una vivienda estándar conectada a red las medidas que realmente mejoran y reducen el consumo son los cambios de hábitos de los habitantes de la misma y las pequeñas inversiones en mejora de luminarias o pequeños equipos que ayudan a reducir los consumos totales y, por tanto, los costes asociados a los consumos de energía.

Otro punto a remarcar y pese a la supuesta liberalización del mercado energético es la poca diferencia que existe de tarifas entre las diferentes compañías suministradoras. Por lo que, el ahorro que puede suponer al año un cambio de compañía suministradora, en el caso estudiado, no es muy significativo.

Respecto al estudio de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica, en el caso estudiado, teniendo en cuenta el marco regulatorio, las ayudas al sector y analizando los datos económicos obtenidos durante el estudio de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica, se desestima totalmente la inversión por 4 razones:

- Pay-back de casi 14 años. Teniendo en cuenta que según el fabricante se garantiza una vida útil de los paneles de 20 años, para ser rentable la inversión debería ser inferior a la mitad de la vida útil de los equipos.
- Un VAN muy inferior al coste total de la inversión realizada.
- Para el cálculo se ha tenido en cuenta un euríbor del 2,147% fijo de vigencia actual. Sin embargo, se estima que en los próximos años se subirá progresivamente, adaptándose a una situación económica de esperado crecimiento. Por tanto, si teniendo en cuenta dicho valor fijo, la instalación no

es rentable, con unos tipos de interés superiores el resultado será claramente más desfavorable.

- Sin ayudas específicas a este sector para su desarrollo y teniendo únicamente en cuenta la prima recibida por producción para el caso estudiado no es en absoluto rentable.

# CAPÍTULO 9: DATOS BIBLIOGRÁFICOS

## 9.1 Bibliografía de Consulta

### Capítulo 2: Emplazamiento

- <http://maps.google.es/>
- <http://www.guixols.cat/web/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/San\\_Fel%C3%ADu\\_de\\_Guixols](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Fel%C3%ADu_de_Guixols)

### Capítulo 5: Normativa

- <http://www.boe.es/>
- <http://www.mityc.es/es-ES/Paginas/index.aspx>
- <http://www.idae.es/>
- <http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen>

### Capítulo 6: Auditoría energética

- Rey Martínez, Francisco Javier y Velasco Gómez, Eloy. "Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías Energéticas". Thomson 2006.
- Zabalza, Ignacio, Díaz, Sergio y Aranda, Alfonso. "Manual práctico de certificación energética de edificios". Prensas Universitarias de Zaragoza 2008.

- Apuntes de Certificación y Auditorías energéticas. Máster Europeo de Energías Renovables. Universidad de Zaragoza.
- Apuntes de Gerencia Energética Sostenible. EUETIB
- <http://www.idae.es/>
- CTE de 2006
- Directrices IPCC para inventarios naciones de GEI, versión 2006.
- [http:// www.ghgprotocol.org/calculation-tools](http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools)
- <http://www.greenpeace.org/espana/es/>
- <http://www.ikea.com/es/es/preindex.html>
- <http://www.leroymerlin.es/>
- <http://www.endesaonline.com/ES/Hogares/>
- <https://www.iberdrola.es/webibd/corporativa/iberdrola?IDPAG=ESWEBCLIHOGELESUM>
- [http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-1-1-1&centralassetname=1-1-1-3-0-0-0](http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-1-1&centralassetname=1-1-1-3-0-0-0)
- <http://www.hcenergia.com/es/portal.do?IDM=20&NM=3&TR=C&IDR=785>
- <http://www.eon-espana.com/cms/es/697.jsp>
- <http://www.cne.es/cne/Home>

## **Capítulo 7: Anteproyecto de análisis de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica**

- <http://www.meteo.cat/servmet/index.html>
- <http://www.icaen.net/>
- de la Hoz, Jordi y Guerrero, José María. Apuntes de la asignatura “Energías Renovables”. EUETIB
- Grau, Joan. Apuntes de la asignatura “Energía Solar Eólica”. EUETIB
- Apuntes de Máster Europeo de Energías Renovables. Universidad de Zaragoza.
- Apuntes de Sostenibilidad y Optimización Energética. EUETIB
- Grau, Joan. Apuntes de Optimización y Ahorro Energético. EUETIB.
- <http://www.kyoceramita.es/>
- <http://www.asif.org/>
- <http://www.aefotovoltaica.com/>
- <http://www.idae.es/>

- <http://www.boe.es/>
- <http://www.mityc.es/es-ES/Paginas/index.aspx>
- <http://meteonorm.com/>
- <http://www.pvsyst.com/>